



Departamento
de Engenharia Mecânica

Redes de Águas e Instalações de Climatização e de Produção de Água Quente Sanitária

Relatório apresentado para a obtenção do grau de Mestre em
Equipamentos e Sistemas Mecânicos

Especialização em Projeto, Instalação e Manutenção de Sistemas
Térmicos

Autor
Edgar Avelino Figueira Pires

Orientador
Prof. Doutor Gilberto Cordeiro Vaz
Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

Coimbra, Dezembro, 2014

*“The two most important days in your life are the day who were born
and the day you find out why.”*

Mark Twain

AGRADECIMENTOS

Fico inteiramente agradecido por todos aqueles que me deram o seu contributo, e que acreditaram nas minhas capacidades para desenvolver este relatório, expresso assim a minha gratidão:

À empresa Galécia-Produtos para a Indústria e Construção, S.A. pelo apoio prestado nestes nove meses de estágio, em particular ao Eng.º Hugo Lima, pela oportunidade de realizar este estágio na empresa, podendo assim demonstrar o meu valor.

À Eng.^a Dina Rodrigues, ao Técnico Comercial Artur Humberto e Técnico António Santos, por todas as suas orientações, dedicações, tolerância, afeto e disponibilidade no acompanhamento prestado no decorrer do estágio.

Ao meu orientador do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, Professor Doutor Gilberto Cordeiro Vaz pela sua orientação, disponibilidade e apoio ao longo do estágio e na elaboração do presente relatório.

Finalmente e com um especial carinho, quero agradecer à minha família por estarem presentes nos momentos mais difíceis, de angústia e ansiedade, por todo o apoio e motivação concedidos, acreditando sempre em mim e um especial agradecimento à Ana Ramos pela paciência, apoio, compreensão e carinho.

RESUMO

Este trabalho teve como principal motivação a análise de projetos e elaboração de orçamentos para concursos públicos e soluções individuais, bem como instalação e manutenção de sistemas de AVAC e AQS.

Durante o percurso, houve sempre a preocupação dos intervenientes fornecerem o seu testemunho e orientação nas várias vertentes que estavam a ser desenvolvidas, mostrando a importância dos sistemas de AVAC, AQS, redes de águas e a manutenção na vida quotidiana dos utentes, relativamente à melhoria da qualidade de vida. Deste modo, foi dado a conhecer os vários métodos de análise de sistemas de redes de águas para serem orçamentados e intervenções a equipamentos de AVAC e AQS.

Numa fase posterior foram propostos vários desafios, pondo à prova os vários conhecimentos na forma de intervenção dos equipamentos AVAC e AQS, podendo assim obter resultados eficazes no manuseamento dos mesmos e determinar as suas dificuldades.

Com o apoio da equipa multidisciplinar que integrava a empresa, foi possível desenvolver as atividades intrínsecas ao estágio, sempre de forma a proporcionar um grau de aprendizagem próxima da realidade com rigor, dedicação, as dificuldades do cotidiano e diferenciações da teórica para a prática.

Palavras-Chaves: AVAC; AQS; Redes de Águas; Manutenção.

ABSTRACT

This work had as main motivation the project analysis and budgeting for public business proposal and individual solutions, as well as installation and maintenance of HVAC and hot water systems.

Along the way, there was always the concern of stakeholders provide their testimony and guidance in the various aspects that were being developed, showing the importance of HVAC systems, hot water, water networks and maintenance in the daily lives of users, on improving quality of life. Thus, it was given to know the various methods of water network systems analysis to be budgeted and interventions of HVAC and DHW equipment.

At a later stage have been proposed several challenges, testing the various knowledge in the form of intervention of HVAC and DHW equipment, thus being able to get effective results in handling them and determine their difficulties.

With the support of the multidisciplinary team, which included the company, it was possible to develop the intrinsic activities to the internship, always to provide a degree of learning closer to reality with rigor, dedication, everyday difficulties and the differentiations of the theoretical to the practical.

Key-words: HVAC; DHW; Water Networks; Maintenance.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	III
RESUMO	IV
ABSTRACT	1
ÍNDICE DE FIGURAS	4
ÍNDICE DE TABELAS	7
1. INTRODUÇÃO.....	8
1.1. Considerações gerais	8
1.2. Objetivos.....	8
1.3. Estrutura do Relatório.....	9
1.4. Enquadramento.....	9
2. APRESENTAÇÃO DAS ENTIDADES ENVOLVIDAS	10
2.1. Aluno	10
2.2. Empresa	11
3. SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE ÁGUA QUENTE PARA AQS E DE CLIMATIZAÇÃO.....	12
3.1. Sistema Solar Térmico	13
3.1.1. Sistema Solar por Termossifão.....	13
3.1.2. Sistema Solar por circulação forçada	14
3.1.3. Elementos constituintes do sistema Solar Térmico	15
3.1.4. Colectores Planos	16
3.1.5. Colectores sob Vácuo	17
3.1.6. Colector CPC (Coletores parabólicos compostos) de tubo sob vácuo	18
3.1.7. Acumuladores	20
3.1.8. Bomba Circuladora solar	21
3.2. Acessórios complementares	23
3.2.1. Purgador	23
3.2.2. Sensor de temperatura (sonda NTC)	23
3.2.3. Vaso de Expansão.....	24
3.2.4. Resistência elétrica	25
3.2.5. Ânodo de Sacrifício	25
3.3. Caldeiras	26
3.3.1. Caldeiras tradicionais	26
3.3.2. Caldeiras de condensação.....	27
3.3.3. Caldeiras de Biomassa.....	28
3.3.3.1. Importância da biomassa	28
3.3.3.2. Cinzas na combustão da Biomassa.....	28
3.3.3.3. Funcionamento das caldeiras a biomassa	29

3.4.	Energia Geotérmica	32
3.4.1.	Definição de Geotermia.....	32
3.4.2.	Funcionamento dos equipamentos de geotermia.....	34
3.5.	Chiller e Bomba de Calor	35
3.6.	Piso radiante	37
3.6.1.	Tipos de pavimentos radiantes	38
3.6.2.	Instalação do piso radiante	39
3.7.	Ventiloconvectores	40
3.7.1.	Ventiloconvector com sistema 2 tubos.....	41
3.7.2.	Ventiloconvector com sistema 4 tubos.....	42
4.	TRABALHOS REALIZADOS	44
4.1.	Elaboração de orçamentos	45
4.1.1.	Equipamento para circulação de água quente.....	47
4.1.2.	Equipamento para circulação de água quente sanitária.....	51
4.1.3.	Equipamento para poços e furos.....	52
4.1.4.	Equipamentos contra Incêndio	53
4.1.5.	Centrais de abastecimento	56
4.1.6.	Bombas para águas pluviais e águas residuais	58
4.1.7.	Acessórios.....	58
4.2.	Acompanhamento de instalação do Piso radiante	60
4.2.1.	Climatização por piso radiante	63
4.3.	Manutenção	65
4.3.1.	Manutenção do Solar Térmico	66
4.3.1.1.	Inspeção dos colectores	66
4.3.1.2.	Inspeção no acumulador	69
4.3.1.3.	Inspeção do fluido térmico com 35 % de Glicol	71
4.3.1.4.	Limpeza do circuito	71
4.3.1.5.	Medidas pró-ativas	71
4.3.1.6.	Medidas corretivas.....	72
4.4.	Manutenção de caldeiras	73
4.5.	Reparações de Chillers	77
4.6.	Arranque de uma caldeira biomassa.....	80
5.	CONCLUSÃO.....	82
	BIBLIOGRAFIA	84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1 – Sistema solar térmico por termossifão.	13
Figura 3.2 – Sistema solar por circulação forçada.	15
Figura 3.3 – Esquemático dos diferentes tipos de colectores existentes.	16
Figura 3.4 – Colector solar térmico plano vertical.	17
Figura 3.5 – Colector solar térmico plano horizontal.	17
Figura 3.6 – Colector de tubos sob vácuo.	18
Figura 3.7 – Colector solar térmico CPC de tubos sob vácuo.	18
Figura 3.8 – Tubo de vácuo.	19
Figura 3.9 – Espelho cpc com radiação direta.	19
Figura 3.10 – Espelho cpc com radiação direta lateral.	19
Figura 3.11 – Espelho cpc com radiação difusa.	19
Figura 3.12 – Colector cpc com tubo sob vácuo.	20
Figura 3.13 – Acumulador vitrificado.	21
Figura 3.14 – Acumulador em aço inox.	21
Figura 3.15 – Bomba circuladora.	22
Figura 3.16 – Esquema da bomba circuladora.	22
Figura 3.17 – Purgador.	23
Figura 3.18 – Sensor de temperatura.	24
Figura 3.19 – Vaso de expansão.	24
Figura 3.20 – Funcionamento do vaso de expansão.	24
Figura 3.21 – Resistência eléctrica.	25
Figura 3.22 – Ânodo de sacrifício.	26
Figura 3.23 – Esquema funcional do ânodo.	26
Figura 3.24 – Caldeira standard beretta.	26
Figura 3.25 – Esquema de funcionamento das caldeiras tradicionais.	27
Figura 3.26 – Princípio de funcionamento das caldeiras murais e de condensação.	28
Figura 3.27 – Funcionamento de uma caldeira de biomassa.	30
Figura 3.28 – Caldeira biomassa com silo integrado.	30
Figura 3.29 – Caldeira biomassa com silo externo.	30
Figura 3.30 – Chaminé da caldeira de biomassa.	32
Figura 3.31 – Sistema de geotermia.	34
Figura 3.32 – Processo de inverno e de verão, respetivamente.	34
Figura 3.33 – Ciclo geotérmico.	35
Figura 3.34 – Chiller.	35
Figura 3.35 – Ciclo de funcionamento do chiller.	36
Figura 3.36 – Esquema do chiller.	37
Figura 3.37 – Distribuição de temperaturas com vários sistemas de aquecimento.	38
Figura 3.38 – Diferentes formas de distribuição do tubo do piso radiante.	39
Figura 3.39 – Tubo de plástico.	40
Figura 3.40 – Constituição do tubo.	40
Figura 3.41 – Termoplaca.	40
Figura 3.42 – Ventilconvetor com 2 tubos.	42
Figura 3.43 – Ventilconvectores com sistema de 2 tubos.	42
Figura 3.44 – Ventilconvetor com 4 tubos.	43
Figura 3.45 – Ventilconvectores com sistema de 4 tubos.	43
Figura 4.1 – Software phc.	45
Figura 4.2 – Software grundfos.	48
Figura 4.3 – Software de seleção grundfos para circuladores.	49
Figura 4.4 – Tabela dos produtos adequados.	49

Figura 4.5 – Curva característica do equipamento.	50
Figura 4.6 – Características específicas do produto.	50
Figura 4.7 – Produto selecionado.	51
Figura 4.8 – Elaboração de proposta no pch.	51
Figura 4.9 – Bomba submersível para furo.	52
Figura 4.10 – Software de seleção grundfos para bomba para furo.	53
Figura 4.11 – Central de incêndio.	54
Figura 4.12 – Proposta elaborada pelo fornecedor.	55
Figura 4.13 – Electrobomba verticais.	56
Figura 4.14 – Desenho dimensional um sistema de pressurização.	57
Figura 4.15 – Sistema de pressurização.	57
Figura 4.16 – Bomba para águas pluviais.	58
Figura 4.17 – Bomba para águas residuais.	58
Figura 4.18 – Interruptor de nível.	59
Figura 4.19 – Válvula de retenção de bola.	59
Figura 4.20 – Válvula de seccionamento.	60
Figura 4.21 – Sistema de climatização.	60
Figura 4.22 – Sistema de aquecimento.	61
Figura 4.23 – Unidade interior.	62
Figura 4.24 – Unidade exterior.	62
Figura 4.25 – Identificação do filtro da água.	63
Figura 4.26 – Banda perimetral e base de esferovite.	64
Figura 4.27 – Chapa termoplástica.	64
Figura 4.28 – Chapa termoplástica com tubagem.	64
Figura 4.29 – Caixa coletora.	64
Figura 4.30 – Sistema solar por termossifão.	67
Figura 4.31 – Irregularidades no sistema solar.	67
Figura 4.32 – Sistema de um conjunto solar térmico.	68
Figura 4.33 – Uniões de ligação dos colectores.	68
Figura 4.34 – Acumulador danificado.	69
Figura 4.35 – Acumulador novo.	69
Figura 4.36 – Ânodo de magnésio.	70
Figura 4.37 – Resistência elétrica.	70
Figura 4.38 – Inspeção da caldeira de condensação.	73
Figura 4.39 – Sistema interno da caldeira.	74
Figura 4.40 – Sonda ntc.	74
Figura 4.41 – Sonda ntc com desgaste.	74
Figura 4.42 – Permutador da caldeira.	75
Figura 4.43 – Vista interna do permutador com oxido de alumínio.	75
Figura 4.44 – Vista externa do permutador com oxido de alumínio.	75
Figura 4.45 – Finalização da limpeza do permutador.	76
Figura 4.46 – Flange do acumulador.	76
Figura 4.47 – Ânodo de magnésio.	76
Figura 4.48 – Vaso de expansão.	77
Figura 4.49 – Oculo danificado.	78
Figura 4.50 – Oculo novo.	78
Figura 4.51 – Manómetros de pressão do gás.	78
Figura 4.52 – Maçarico.	78
Figura 4.53 – Bomba de vácuo.	79
Figura 4.54 – Leitura após a finalização do vácuo.	79

Figura 4.55 – Bomba de vácuo em funcionamento.	79
Figura 4.56 – Introdução do gás refrigerante.	80
Figura 4.57 – Pesagem do gás refrigerante.	80
Figura 4.58 – Caldeira biomassa.	81
Figura 4.59 – Sonda de temperatura por instalar.	81
Figura 4.60 – Válvula de segurança.	81
Figura 4.61 – Válvula de enchimento automático.	81

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3.3-1 – Pressões de aspiração.	23
Tabela 4.2 – Exemplo de seleção do caudal.	54
Tabela 4.3 – Verificação da altura manométrica correspondente ao caudal.	55

1. INTRODUÇÃO

1.1. Considerações gerais

A água é um meio indispensável para a vida quotidiana das sociedades. Ao longo de vários anos a sua manipulação tem sofrido um grande desenvolvimento. Deste modo, surgiram novas tecnologias eficientes que proporcionam um sistema eficaz consoante as aplicações exigidas por cada um de nós.

O conforto térmico tem sido cada vez mais importante para a sociedade atual, sendo considerado um bem essencial para a vida quotidiana. Foram desenvolvidas várias tecnologias capazes de obter este conforto nomeadamente, equipamentos de AQS e AVAC. No entanto, estas tecnologias ao longo do seu funcionamento sofrem desgaste e por sua vez, a vida útil dos equipamentos vai diminuindo ao longo do tempo. Assim sendo, é necessário realizar uma manutenção específica para cada tecnologia.

Este estágio consistiu na execução de estudos de projetos para orçamentação de bombas para água, acompanhamento de obras, com o intuito de estudar e executar instalações de equipamento de climatização, assistência e acompanhamento de manutenções de sistemas solares, caldeiras e *chillers*.

Motivado pela oportunidade de poder preencher uma necessidade da empresa bem como pelo inevitável desenvolvimento cognitivo e contextualização com os conteúdos intrínsecos ao mestrado onde o presente estágio se insere, ficaram reunidas as condições ideais para o desenrolar de todo o trabalho.

1.2. Objetivos

Este estágio enquadra-se no Mestrado em Equipamentos e Sistemas Mecânicos e tem como intuito permitir uma análise de diferentes áreas estratégicas a nível profissional no campo da Engenharia Electromecânica, nomeadamente no acompanhamento de obras, redes de águas e instalações de climatização e de produção de água quente sanitária.

Pretende-se que seja adquirido e demonstrado as suas competências técnicas-profissionais, particularmente na orçamentação para concursos públicos e trabalhos individuais, acompanhamento e manutenção em obras de climatização na produção de água quente sanitária bem como em redes de água. Tendo como objetivo proporcionar um conhecimento robusto de forma a realizar orçamentos que consigam competir com a concorrência.

Considera-se essencial a análise de projetos de modo a visualizar e melhorar diretamente obras e instalações de sistemas de climatização por forma a adquirir um conjunto mais alargado de conhecimento. Toda esta informação foi trabalhada com o auxílio de ambas as vertentes teóricas e práticas sendo fundamental o acompanhamento de trabalhos no terreno durante o decorrer do estágio.

Por fim, um dos objectivos é colocar em prática os conhecimentos técnicos adquiridos no percurso académico, de modo a efetuar intervenções adequadas a cada equipamento para que este funcione corretamente.

1.3. Estrutura do Relatório

A estrutura deste relatório está relacionada com os objetivos apresentados e encontra-se dividida em 5 capítulos, expondo no início um Resumo e uma *Abstract* que sintetizam o alcance do trabalho desenvolvido.

No capítulo 1 evidencia-se o trabalho realizado do aluno ao longo do estágio bem como o enquadramento geral do estágio em todas as estruturas organizativas no qual este decorreu.

No capítulo 2 é realizado a apresentação das Entidades Envolvidas da empresa onde decorreu o estágio e identifica-se o aluno.

O capítulo 3 comporta algumas metodologias existentes que são indispensáveis à compreensão e desenvolvimento necessários para a exposição técnica detalhada das tarefas efetuadas.

O capítulo 4 contém os trabalhos realizados ao longo do estágio apresentando detalhadamente o acompanhamento de trabalhos no terreno.

Por fim, no capítulo 5 são apresentadas as principais conclusões deste relatório assim como sugestões para trabalhos futuros.

1.4. Enquadramento

No caso concreto, considerando as disponibilidades e necessidades da empresa recetora do estagiário, propôs-se que o trabalho do aluno se centrasse no âmbito da orçamentação de equipamentos de redes de fluidos, AVAC e sistemas de energias renováveis, execução/instalação de obras, assistência técnica/manutenção de sistemas de AVAC e energias renováveis.

Cronograma

Tarefas	Mês	11/13	12/13	01/14	02/14	03/14	04/14	05/14	06/14	07/14	08/14	09/14
Fase 1		x										
Fase 2			x									
Fase 3			x	x	x	x	x	x	x			
Fase 4						x	x	x	x			
Fase 5						x	x	x	x			
Fase 6									x	x	x	x

Fase 1: Preparação do estágio.

Fase 2: Integração na empresa e início da participação nas atividades.

Fase 3: Participação em atividades de orçamentação da empresa.

Fase 4: Participação em atividades de assistência técnica/manutenção de sistemas de redes de fluidos, AVAC e energias renováveis.

Fase 5: Participação de atividades de execução/instalação de obras.

Fase 6: Realização do relatório final.

2. APRESENTAÇÃO DAS ENTIDADES ENVOLVIDAS

2.1. Aluno

O atual relatório de Estágio Curricular relata as atividades concretizadas pelo aluno Edgar Avelino Figueira Pires, nascido em 13/06/1990, descendentes de Luís Avelino Rodrigues Pires e de Maria da Encarnação de Sousa Figueira Chaves Pires, natural de Bragança, Concelho de Bragança, Distrito de Bragança.

O percurso académico do aluno iniciou-se na Escola Básica 1º Ciclo de São Filipe, Funchal, entre 1995 até 1999, passando pela Escola Básica dos Louros do Funchal, entre 1999 a 2004, ininterruptamente iniciou o seu grau de ensino secundário na Escola Secundária de Francisco Franco do Funchal, entre 2004 a 2007.

O seu grau de ensino superior foi realizado no Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, frequentando o curso de Licenciatura em Engenharia Eletromecânica. Iniciou-o em Setembro do ano 2007 e adquiriu o grau de Licenciatura em Engenharia Eletromecânica pelo Instituto Superior de Engenharia de Coimbra em 21 de Novembro de 2012.

Dando seguimento ao seu percurso escolar de forma a adquirir mais saberes, iniciou e encontra-se a finalizar o Mestrado em Equipamentos e Sistemas Mecânicos na Especialização em

Projeto, Instalação e Manutenção de Sistemas Térmicos no mesmo estabelecimento de ensino superior.

2.2. Empresa

A empresa Galécia-Produtos para a Indústria e Construção SA onde aluno estagiou, iniciou a sua atividade em 1992, tendo como base a experiência industrial dos seus acionistas na área das tubagens plásticas para a condução de águas quentes e da climatização.

Alargou-se ao longo do tempo no seu âmbito de atuação, sendo hoje uma referência em distintas áreas, tendo como traço comum a permanência na área dos fluídos.

Pela relevância que têm, merecem especial destaque as seguintes áreas:

Área Térmica, onde engloba o aquecimento no qual a empresa é representante em Portugal do Grupo *Riello*. Tendo um especial destaque na comercialização dos equipamentos tais como: caldeiras murais, condensação e biomassa da marca *Beretta*, caldeiras murais a gás e gasóleo da marca *Riello*; queimadores pressurizados a gás, gasóleo e *fuel* da marca *Riello Burners*; caldeiras a vapor e óleo térmico da marca *Garioninaval*; sistema de controlo para queimadores da marca *Autoflame*; termoacumuladores a gás e elétricos, permutadores e tanques acumuladores para água quente ou fria da marca *Vicotermo*; radiadores para aquecimento central em alumínio das marcas *Klima*, *Faral*; radiadores para aquecimento em aço da marca *Vasco*;

Na área da refrigeração a empresa comercializa os seguintes equipamentos: Sistemas de refrigeração através de sistemas *Split*, móveis e compactos da marca *Olimpia*; *Chillers* e bombas de calor para produção de água fria/quente, U.T.A. e Ventiloinvectores da marca *Galletti*.

Na área dos sistemas de distribuição de Água e Gás, a empresa está associada à mais moderna unidade industrial existente em Portugal na área dos Polietilenos, dos Polietilenos reticulados e dos Polipropilenos, o que potencia o seu desenvolvimento e competitividade nestas áreas.

Relativamente as águas quentes e frias sob pressão a empresa destaca-se na comercialização de: Sistemas *Pex* com acessórios das marcas *Giacomini*, *Vicopex* e *Vicoper*; Sistemas em PP-R da marca *Vicoprop*; Sistemas em PEX/alumínio/PEX para instalações embebidas ou exteriores da marca *Metalpex*; Tubos com tratamento de superfície, nus e revestidos em varas ou em rolo; Sistemas de instalação sanitária e aquecimento em tubos PEX e acessórios de cravar da marca *VicoPress*.

Para as águas frias: Tubagem em PEAD para distribuição de água ou esgoto; PVC - Tubagens em PVC para água e de esgoto da *Filágua*.

Para Gás: Tubagem em PEAD para redes de distribuição de gases combustíveis da *Filgás*; Tubos nus ou revestidos e acessórios para instalações de gás em cobre.

A empresa é líder mundial na venda de máquinas e ferramentas da marca *Rothenberger* para os profissionais da área dos fluídos.

A empresa é distribuidora de canais de Drenagem em Betão Polímero, em exclusivo *Stora-Drain*, amplo conjunto de produtos vocacionados para a drenagem de águas pluviais doméstica ou em áreas industriais e públicas.

A empresa é representante de bombas para água e esgoto da marca *Grundfos*. O caminho já percorrido demonstrou aos seus clientes os cuidados que têm merecido: - o apoio, aconselhamento e formação gratuitos, proporcionados na implementação de projetos e execução de obras;- a pronta intervenção técnica pós-venda, - esta ação é fortemente sedimentada na qualificação técnica, no compromisso das garantias e num confortável nível de *stocks* de peças de reserva.

A conjugação destes fatores tem assegurado um crescimento significativo e sustentado da Empresa, estando representados através de delegações próprias em Maia, Vila do Conde - sede, Aveiro, Lisboa, Portimão e na Madeira), assim como um estreitar de laços com os clientes, que constituem um dos seus principais ativos. A tecnicidade dos seus produtos determinou a criação de uma rede de assistência técnica que também essa cobre todo o país.

3. SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE ÁGUA QUENTE PARA AQS E DE CLIMATIZAÇÃO

Os sistemas AVAC podem utilizar ar ou água como fluido intermédio no transporte da energia calorífica para os locais a climatizar. Para geração da energia calorífica utiliza-se equipamentos para aquecimentos tais como: caldeiras, bombas de calor e colectores solares. Para arrefecimento utilizamos os *Chillers*. As cargas térmicas podem ser compensadas por intermédio do ar tratado na UTA, ou por um equipamento local que aquece ou arrefece o ar ambiente, a partir da água. Estes equipamentos locais podem ser designados por ventiloconvectores, injectoconvectores, vigas arrefecidas, sistema radiante, radiadores, entre outros.

Os sistemas terminais que utilizam água como fluido intermédio podem ser classificados da seguinte forma:

- - Climatização com pavimentos radiantes (arrefecidos ou aquecidos);
- - Climatização com paredes ou tetos radiantes (arrefecidos ou aquecidos);
- - Sistemas de climatização com ventiloconvectores, injectoconvectores ou vigas arrefecidas;
- - Sistemas de climatização com radiadores;
- - Sistemas de climatização de volume de refrigerante variável (VRV).

Uma das vantagens destes sistemas reside na capacidade de regulação individual da temperatura em cada local a climatizar. No entanto, nos sistemas a dois tubos não é possível a seleção entre frio e quente no mesmo instante.

3.1. Sistema Solar Térmico

Este tipo de tecnologia é especificamente centralizado na produção de água quente através de uma fonte de energia renovável, o Sol. É utilizada para o aquecimento do ambiente de uma determinada habitação por intermédio de unidades terminais, sendo também usada para o aquecimento de águas sanitárias (AQS).

O sistema consiste na conversão da radiação solar em energia térmica. A conversão é processada através da incidência dos raios solares na película absorvente do painel solar, convertendo-a em calor que seguidamente é transmitido para o fluido térmico. (Morais, 2013)

3.1.1. Sistema Solar por Termossifão

Neste sistema o processo de produção de água quente é realizado com base na circulação natural do fluido. Deste modo, o processo usa o fenómeno de termossifão que tem como intuito a circulação do fluido térmico. Neste caso o movimento da água (ou água com glicol) é executado através de convecção natural induzida pela diferença de densidade do fluido causada pela variação da sua temperatura, isto é, diferença de densidade entre o fluido térmico frio e quente. Por um lado, o fluido que se encontra no colector torna-se menos denso após sofrer um aumento de temperatura e consequentemente conduzindo-o para a parte superior do circuito, o acumulador. Por outro lado, verifica-se um processo contrário, ou seja, o fluido frio sendo mais denso vai do acumulador para a parte mais baixa do circuito, o colector. Uma vez que este se encontra no coletor, sofre novamente aquecimento e, deste modo, volta a iniciar o seu ciclo. A circulação do fluido térmico realiza-se desde que haja radiação solar e quanto maior for a intensidade de radiação, maior será o caudal de circulação. Para que este processo seja realizado e necessário a instalação do acumulador 30 cm de altura em relação ao colector. Na Figura 3.1 encontra-se o funcionamento do Sistema Solar Térmico por Termossifão, de modo, a elucidar o processo que foi explicado anteriormente.

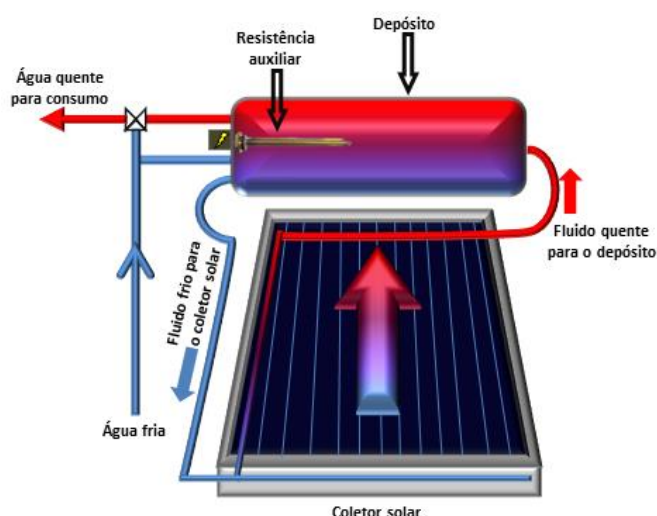


Figura 3.1 – Sistema solar térmico por termossifão.

No entanto, se não houver radiação solar, não haverá circulação e desta forma, o risco de inversão de circulação aumenta significativamente. Para evitar este fenómeno torna-se necessário aplicar uma válvula de retenção entre o acumulador e o colector. Deste modo conseguimos que, mesmo não havendo radiações no período diurno ou noturno, o fluido quente do acumulador não regressará para o colector. (Morais, 2013)

Deste modo, o sistema é constituído por:

- Colector solar: Elemento desenvolvido para a captação da radiação solar e conversão do mesmo;
- Acumulador: Depósito com capacidade de armazenar uma determinada quantidade de água onde é realizada a transferência da energia térmica do fluido para a água;
- Válvula termostática: É utilizada para a proteção do sistema de modo a detetar um aumento excessivo da temperatura do fluido térmico, caso o sistema alcance valores de temperatura superiores a 60 C°, a válvula está adaptada para descarregar água do acumulador de forma a arrefecer o sistema;
- Válvula de retenção;
- Válvula de segurança: é utilizada para proteção do sistema (aumento de pressão).

3.1.2. Sistema Solar por circulação forçada

O sistema (Figura 3.2) é constituído por uma estação solar, onde está instalado a bomba circuladora, a respetiva válvula de segurança e a válvula de seccionamento para a colocação do fluido térmico.

Este sistema comparativamente com o sistema solar por termossifão utiliza uma bomba para a circulação forçada do fluido térmico no sistema. Tendo em conta de que o fluido circula forçado pela eletrobomba circuladora, não necessita que o acumulador esteja instalado a uma altura superior à do painel solar, ao contrário do que se verifica no sistema por termossifão. No entanto, aquando da utilização de uma bomba circuladora no circuito, torna-se necessário a instalação de um acumulador que poderá ser feita em qualquer lugar. Para que no acumulador a temperatura seja inferior à do coletor, são usadas electrobombas de modo a realizar a circulação do fluido.

Esta electrobomba deve ser estudada de acordo com o circuito instalado. Assim, o seu dimensionamento depende do caudal do fluido a circular e das características da instalação (tubagem, acessórios de tubagem, colectores solares e outros acessórios/equipamentos). É de notar que cada uma das singularidades dos elementos da instalação, apresentam valores de comprimento equivalentes por forma a calcular a perda de pressão. Esta característica é indicada por cada fabricante.

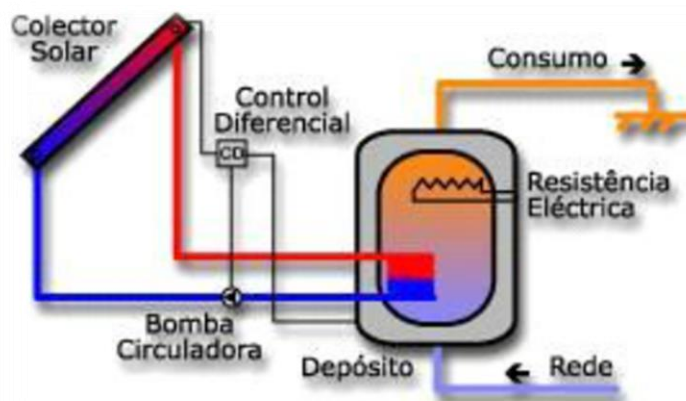


Figura 3.2 - Sistema solar por circulação forçada.

Estes sistemas estão equipados com módulos de controlo, com a finalidade de visualizar e controlar o sistema. Neste controlador é possível visualizar as temperaturas do painel solar e do acumulador através de sensores de temperatura. Além destas configurações é possível detetar avarias no funcionamento da bomba e configurar a temperatura pretendida no acumulador.

Este sistema solar é constituído pelos seguintes elementos:

- Coletor Solar;
- Acumulador;
- Estação solar ou grupo hidráulico (onde reside a bomba circuladora);
- Controlador;
- Bomba de circulação
- Unidades terminais.

3.1.3. Elementos constituintes do sistema Solar Térmico

Os colectores solares são equipamentos para produção de energia limpa, proveniente do sol, sendo uma energia renovável. Estes equipamentos são destinados para o aproveitamento da radiação solar para converter em energia térmica com o objetivo de proporcionar o aquecimento da água. Na Figura 3.3 estão descritas a gama de tecnologias que constituem o Solar Térmico. (Morais, 2013)

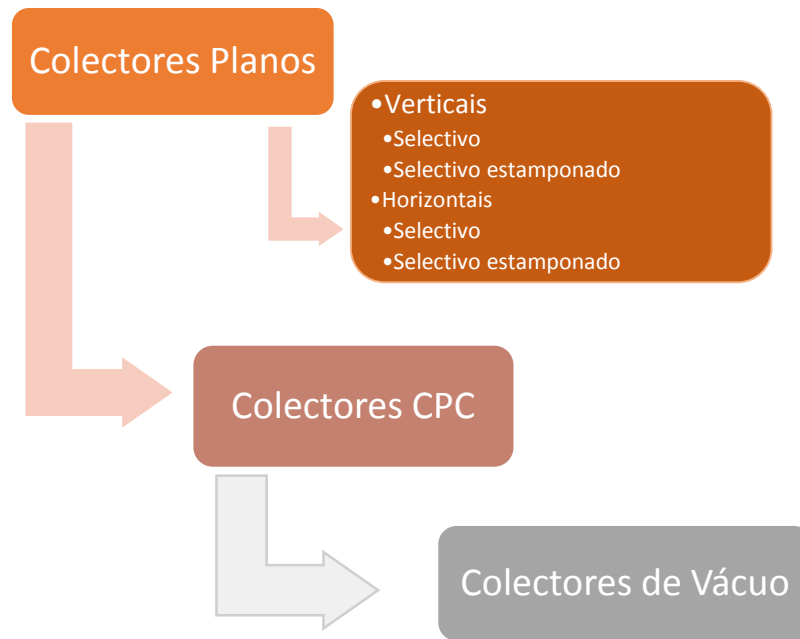


Figura 3.3 - Esquemático dos diferentes tipos de colectores existentes.

3.1.4. Colectores Planos

Os colectores solares são constituídos por uma caixa metálica e com uma cobertura transparente que realiza a captação da radiação solar. Esta estrutura está concebida para gerar o efeito de estufa no seu interior por forma a reduzir as perdas de calor. Importa ainda salientar que no seu interior é possível verificar a existência de um absorsor e um circuito de tubagem em cobre, onde circula o fluido térmico que desencadeará a transferência da energia térmica proveniente da radiação solar absorvida pelo absorsor.

Os colectores planos possuem duas formas de fabrico, a forma tradicional em caixa de alumínio e outra em caixa por estampagem. Na primeira forma de fabrico o colector pode sofrer alguma formação de condensados, tendo em conta que a caixa é formada por dois perfis em alumínio, que facilita a formação de condensados. No formato de caixa estamponada, o colector sendo uma peça única isenta de juntas, não existem perdas térmicas e entrada de humidade para o interior do coletor por este meio, logo a sua eficiência aumenta.

Podem ser fabricados para utilização vertical (Figura 3.4) e horizontal (Figura 3.5). Normalmente são usados os painéis verticais sendo os mais usuais e com melhores captações solares. O uso dos colectores horizontais resume-se devido a questões estéticas, apesar de se tratar de um colector com características semelhantes à dos verticais.



Figura 3.4 - Coletor solar térmico plano vertical.



Figura 3.5 - Coletor solar térmico plano horizontal.

3.1.5. Colectores de tubos sob Vácuo

Os colectores solares de tubos sob vácuo (Figura 3.6) tiveram uma evolução contínua nos últimos anos, sendo um dos sistemas mais rentáveis para o aquecimento de águas dado que, usufruem de uma tecnologia desenvolvida na captação de energia solar por intermédio de tubos sob vácuo. Baseiam-se no princípio de concentração, isto é, a projecção da radiação solar é concentrada na parte central do tubo de vácuo originando temperaturas elevadas. São constituídos por tubos de vidro que contêm absorsores internos sujeitos ao vácuo de forma a reduzir as perdas térmicas.

Os coletores integram uma série de tubos modulares, montados paralelamente por onde circula o fluido térmico. Devido à forma cilíndrica do tubo sob vácuo, o sol incide sempre sobre ele perpendicularmente, o que reduz a reflexão e maximiza a quantidade total de radiação solar a que os coletores estão expostos durante o dia.

Uma das vantagens deste sistema reside nas características do vácuo uma vez que, as perdas caloríficas e latentes são reduzidas e possibilita uma captação constante de energia mesmo em temperaturas negativas. As temperaturas baixas e o vento têm um efeito mínimo na eficiência dos painéis (Martino, Álvaro;, 2009-2014)[18] e apresentam baixo peso.



Figura 3.6 – Coletor de tubos sob vácuo.

3.1.6. Coletor CPC (coletores parabólicos compostos) de tubo sob vácuo

São colectores com elevada eficiência, uma vez que o seu rendimento se torna quase constante ao longo do ano. Estes colectores são um conjunto de duas tecnologias: a tecnologia CPC e a de Vácuo (Figura 3.7).

A tecnologia CPC reside num coletor com elevada capacidade de captação da radiação solar. A razão pela qual possui um elevado desempenho deve-se sobretudo à superfície refletora parabólica, de modo a aproveitar os raios solares que não incidiram no absorvedor. Face à sua superfície parabólica a radiação solar é direcionada novamente para o absorvedor.

A tecnologia de tubos sob vácuo é baseada no desenvolvimento do absorvedor no coletor, sendo uma tecnologia de alta captação da radiação solar, tendo em conta de que as suas perdas de calor por convecção e condução para o exterior são significativamente mais baixas.

Complementando assim, um coletor com 3 componentes principais pré-instalados, o tubo sob vácuo, o espelho CPC e coletor com circuito absorvedor.

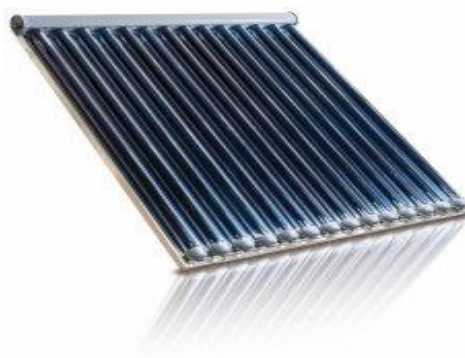


Figura 3.7 - Coletor solar térmico CPC de tubos sob vácuo.

O tubo sob vácuo (Figura 3.8) consiste em dois tubos de vidro concêntricos perfeitamente isolados, o interior está sob vácuo.

Para um melhor aproveitamento da radiação solar, o tubo é pintado no interior da parede interna com uma superfície altamente seletiva. Resultando num baixa emissão e alta absorção da radiação solar.

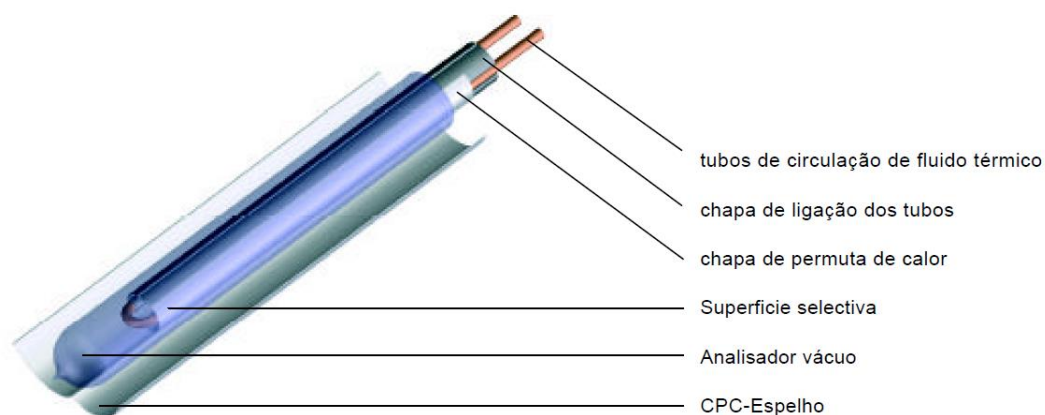


Figura 3.8- Tubo de vácuo.

O espelho CPC (Coletores Parabólicos Compostos) foi estudado e desenvolvido para atingir o máximo de eficiência e rendimento do tubo sob vácuo, através da sua alta capacidade de reflexão. A sua geometria especial permite a concentração da radiação solar no tubo tanto seja radiação direta (Figura 3.9 e Figura 3.10) como difusa (Figura 3.11), mesmo quando o sol atinge um ângulo pior.



Figura 3.9 - Espelho CPC com radiação direta.

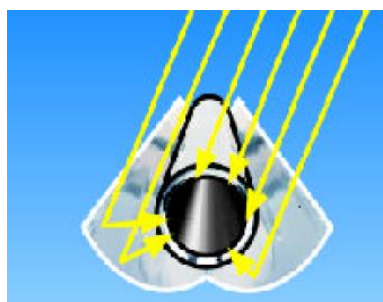


Figura 3.10 - Espelho CPC com radiação direta lateral.

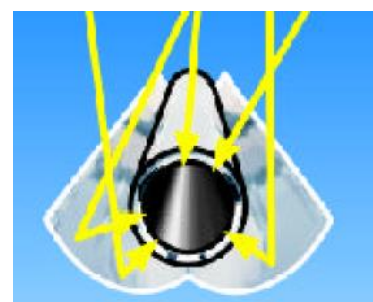


Figura 3.11 - Espelho CPC com radiação difusa.

O Colector CPC com tubo sob vácuo (Figura 3.12) é constituído por uma caixa coletora e permutador. O acumulador é totalmente isolado e é onde se encontram as ligações do tubo por onde faz a passagem do fluido térmico. Em cada tubo sob vácuo encontra-se um tubo em U com passagem direta da mistura do sistema, o sistema está concebido e construído para haver a menor perda de carga possível, afim de termos o máximo rendimento.

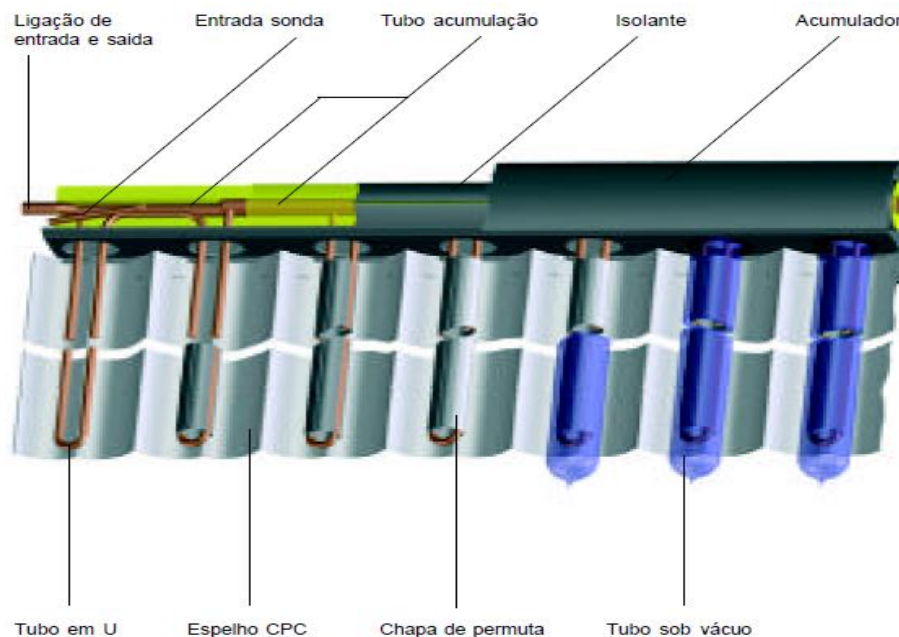


Figura 3.12 - Colector CPC com tubo sob vácuo.

3.1.7. Acumuladores

Os acumuladores são equipamentos destinados para o armazenamento de energia calorífica retida no fluido térmico. A referida energia é utilizada para água quente sanitária (AQS), aquecimento do ambiente ou a junção de AQS e aquecimento.

O dimensionamento destes equipamentos reside no tipo de aplicação, tempo de vida útil e manutenção. Com base nestes aspetos existem vários tipos de acumuladores, sendo estes constituídos por: aço, aço inoxidável, vitrificado, entre outros.

A corrosão é um processo espontâneo passível de ocorrer quando um metal se encontra em contacto com um elemento eletrolítico, onde acontecem, simultaneamente, reações anódicas e catódicas. Este processo sendo frequente na natureza uma vez que, a sua presença é constante na água. Na maioria das circunstâncias o metal em contacto com a água degrada-se pelo efeito de corrosão. Devido à presença do elemento eletrolítico na água, os acumuladores são concebidos com materiais de grande resistência à corrosão ou com proteções do mesmo. (Química Nova na Escola, 2013-1014)[22]

O acumulador vitrificado (Figura 3.13) é constituído por um material em fibra de vidro e tem um custo mais baixo relativamente aos restantes acumuladores. Devido ao facto de se tratar deste tipo de material, a sua resistência à corrosão é reduzida, e consequentemente, existe a necessidade de proteção contra este fenómeno. De modo a evitar este processo é necessário recorrer a um ânodo de magnésio. Se isto não se verificar e se ainda se detetar a falta de manutenção, este efeito irá atingir um estado avançado e por conseguinte dará origem à rutura do equipamento. De fato, este acumulador é mais barato, contudo uma das desvantagens diz respeito à manutenção anual, ou seja, é obrigatório realiza-la para que esta tenha um bom funcionamento.

O acumulador composto por material em aço inoxidável (Figura 3.14) é de elevada resistência à corrosão, sendo dispensável a utilização do ânodo de sacrifício. Possui uma maior durabilidade e comparativamente com o acumulador vitrificado, necessita de menos manutenção no entanto, tem um custo mais elevado.



Figura 3.13 - Acumulador vitrificado.



Figura 3.14 - Acumulador em aço inox.

Os equipamentos anteriormente referidos podem ser dimensionados com uma ou duas serpentinas dependendo do tipo de utilização.

A utilização de um acumulador de uma só serpentina é habitual para sistemas pequenos na medida em que, um sistema de produção de energia calorífica satisfaz as necessidades do projeto.

Os acumuladores com dupla serpentina são aplicados quando se pretende mais do que um sistema na produção de energia calorífica. A utilização destes equipamentos de energia renovável é benéfica para o aumento da certificação energética do edifício. A certificação energética é estudada através do cálculo das necessidades de energia para a preparação das águas quentes sanitárias, como é referido no RCCTE. (AQS) (Diário da República, 2006)[5].

3.1.8. Bomba Circuladora solar

A bomba circuladora (Figura 3.15) é um equipamento que se destina à circulação da água nos sistemas de aquecimento solar, devido à sua resistência à corrosão e ao glicol.

É concebida para funcionar com:

- Líquidos de refrigeração, isentos de óleo mineral;
- Líquidos finos, limpos, não agressivos e não explosivos, isentos de partículas sólidas ou de fibras;
- Água descalcificada.

O equipamento tem um funcionamento em rotor imerso (estator encamisado), este tipo de funcionamento consiste na circulação do fluido térmico no interior do revestimento do rotor através do impulsor, arrefecendo o motor e lubrificando os casquilhos. Este equipamento é vantajoso devido à sua baixa manutenção e por ser silencioso. A sua instalação é em linha no circuito do fluido térmico. (Silva, Jorge, 2012)[25].



Figura 3.15 - Bomba circuladora.

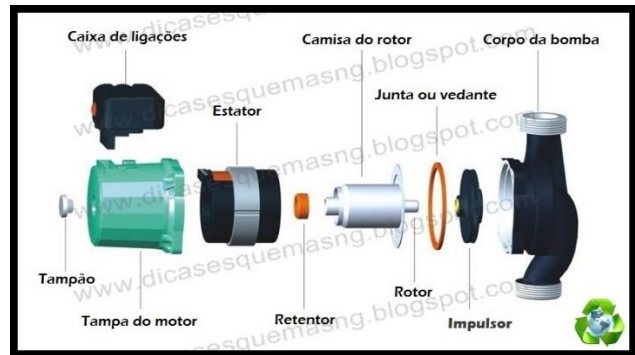


Figura 3.16 - Esquema da bomba circuladora.

A seleção do circulador deve ser realizada tendo em conta os seguintes aspetos:

- Pontos de trabalho – compreendem o caudal e a altura manométrica de funcionamento do fluido no sistema solar. O caudal é determinado consoante os colectores e o fluido térmico. Para os colectores, é aconselhado um caudal mínimo de 40 l/h por metro quadrado. A altura manométrica de funcionamento é calculada com base nas perdas de carga da instalação, uma vez que o funcionamento é em circuito fechado.
- Curva característica – todos estes equipamentos têm uma curva característica, esta curva consiste na diferença de pressão em função do caudal. Os pontos de funcionamento são calculados no dimensionamento de um sistema solar. Ao seleccionar a curva característica, os pontos de funcionamento deverão interpretar o ponto médio de funcionamento, para garantir o bom desempenho e usufruir de um rendimento elevado.
- Temperatura do fluido térmico – esta deve ser inferior à temperatura ambiente de forma a não ocorrer condensação no corpo do estator. As temperaturas de funcionamento do equipamento deverão estar entre 2°C a 95°C/110°C.
- Pressão de aspiração – para evitar o ruído de cavitação e a ocorrência de danos no circulador, deve-se respeitar as seguintes pressões mínimas na entrada de aspiração do circulador que se encontram na tabela seguinte.

Temperatura do fluido térmico	85°C	90°C	110°C
Pressão de aspiração	0,5 m (metros) de altura de elevação	2,8 m (metros) de altura de elevação	11,0 m (metros) de altura de elevação
	0,0049 Bar	0,27 Bar	1,08 Bar

Tabela 3.3-1 - Pressões de aspiração.

3.2. Acessórios complementares

Nos sistemas solares, além dos equipamentos essenciais na produção de energia calorífica, existe a necessidade de ter em consideração a segurança do mesmo. De forma a garantir a segurança destes sistemas haverá a necessidade de serem englobados alguns acessórios, de modo a que este ciclo funcione eficazmente.

De seguida vão ser abordados alguns dos equipamentos complementares nos sistemas solares que são responsáveis pela segurança do mesmo.

3.2.1. Purgador

Este equipamento (Figura 3.17) tem como funcionalidade a purga do ar, isto é, retira todo o ar que se encontra no sistema. Devido à presença deste ar no circuito, obtemos os seguintes inconvenientes:

- Ruídos provocados pelas vibrações na tubagem, resultantes da dilatação do fluido térmico com a presença do ar ao atingir temperaturas elevadas;
- Como o ar tem baixa capacidade de transferência térmica comparativamente com o líquido, a eficiência térmica do sistema diminui.



Figura 3.17 – Purgador.

3.2.2. Sensor de temperatura (sonda NTC)

São fabricados a partir de um elemento resistor termicamente sensível que possui um coeficiente negativo. Este dispositivo (Figura 3.18) engloba uma resistência que varia de acordo com a temperatura, ou seja, quando a temperatura aumenta a resistência diminui. Este tipo de

sensor tem a vantagem da sua resposta ser processada em circuitos analógicos, softwares ou controladores digitais.

Este funcionamento é de especial importância uma vez que, permite o controlo da geração de calor e o aumento da eficiência do seu sistema, mantendo a sua flexibilidade e reduzindo os custos de manutenção (Ffonseca, 2014)[11].



Figura 3.18 - Sensor de temperatura.

3.2.3. Vaso de expansão

É um recipiente metálico normalmente em aço (Figura 3.19), que numa das extremidades possui uma entrada para fluido térmico e na extremidade oposta a entrada do gás (ar comprimido ou azoto). De modo a existir a separação do fluido térmico com o gás, o vaso de expansão usufrui de uma membrana flexível no interior (Figura 3.20).

Como o circuito é um sistema fechado, a dilatação do fluido gerada com o aumento temperatura, traduz-se também no aumento de pressão. É o vaso de expansão que permite compensar essa dilatação, impedindo que a válvula de segurança descarregue.



Figura 3.19 - Vaso de expansão.

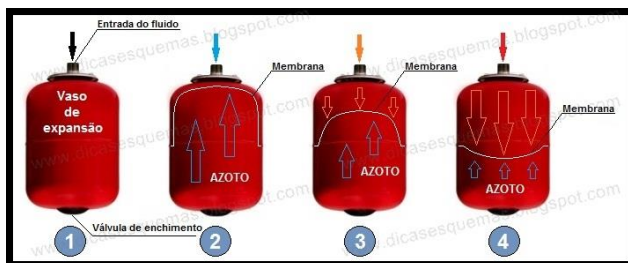


Figura 3.20 - Funcionamento do vaso de expansão.

3.2.4. Resistência elétrica

Este tipo de resistência é constituído por um material condutor (Figura 3.21), em que o seu aquecimento é originado pela 1ª Lei de Ohm, isto é, a resistência elétrica e a intensidade (i) de corrente elétrica será proporcional à diferença de potencial (ddp) aplicada entre as suas extremidades. É um método simples utilizado no apoio à produção das águas quentes sanitárias geradas por sistemas solares. É um equipamento de grande simplicidade, baixo custo, manutenção e é um dos sistemas de apoio mais usuais no sistema solar por termossifão. Além disso, uma das vantagens é a sua capacidade de resposta no apoio à produção em sistemas de baixo consumo de água quente sanitária (AQS). Nos sistemas dimensionados para grandes consumos de águas quentes sanitárias (AQS), a resistência não possui capacidade de resposta suficiente face às necessidades impostas, devido à sua baixa potência em gerar energia calorífica.



Figura 3.21 - Resistência eléctrica.

3.2.5. Ânodo de Sacrifício

Esta peça é uma das partes mais importantes num acumulador vitrificado, dado que, um acumulador vitrificado não está adaptado para resistir às correntes eletrolíticas que se encontram na água que provocam a sua degradação. A proteção por ânodo de sacrifício (Figura 3.22) é realizada de modo a proteger um metal de um ataque químico. Esta proteção baseia-se no facto de existir um metal com um potencial de corrosão mais baixo, isto é, o ânodo sendo um metal com baixo potencial de corrosão é corroído durante a reação (infopédia, dicionários Porto Editora, 2003-2014) [15].

Os metais mais comuns que constituem os chamados ânodos de sacrifício são:

- Zinco;
- Ligas de magnésio;
- Ligas de alumínio.

Quando se pretende usar o ânodo de sacrifício em equipamentos que estão em contacto direto com a água doce, geralmente recorre-se a ligas de magnésio dado que, o seu potencial de corrosão é mais negativo comparativamente às ligas mencionadas (Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012-2014)[28].



Figura 3.22 - Ânodo de sacrifício.

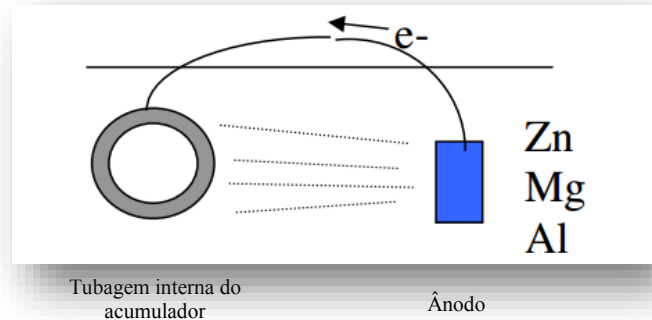


Figura 3.23 - Esquema funcional do ânodo.

3.3. Caldeiras

3.3.1. Caldeiras tradicionais

Este tipo de caldeiras (Figura 3.24), são idênticas aos esquentadores. Este tipo de aparelhos aplica-se na produção de água quente. No entanto estas caldeiras têm dupla função, aquecimento de águas sanitárias e aquecimento central.



Figura 3.24 - Caldeira standard da marca Beretta.

Para um aquecimento central é possível alcançar e manter a temperatura interna desejada no local a climatizar, através da instalação deste tipo de equipamento.

A caldeira tradicional é um equipamento a gás, no qual tem como funcionalidade gerar calor para os componentes centrais de aquecimento e também fornecer águas quentes sanitárias. Estas fornecem o calor gerado à água de aquecimento a fim de ser transportada através do circuito de distribuição, aos radiadores e a outros emissores de calor.

Estas caldeiras, transmitem instantaneamente à água de aquecimento, o calor gerado na combustão, quando esta passa pelo seu permutador de calor. Mediante a sua bomba de circulação e através da tubagem de distribuição, a água portadora de calor, é impulsionada até

aos radiadores ou outros emissores de calor. O controlo termostático das caldeiras assegura o seu funcionamento automático

As caldeiras com capacidade de produção de águas sanitárias instantâneas têm dois circuitos de água separados (Figura 3.25). Um de água de aquecimento e outro de águas sanitárias. Se se abre uma torneira de água quente, a água de aquecimento cede o seu lugar à água sanitária, aquecendo-a no instante em que passa pelo permutador de calor. (Mendes & Moreno, 2014)[19]

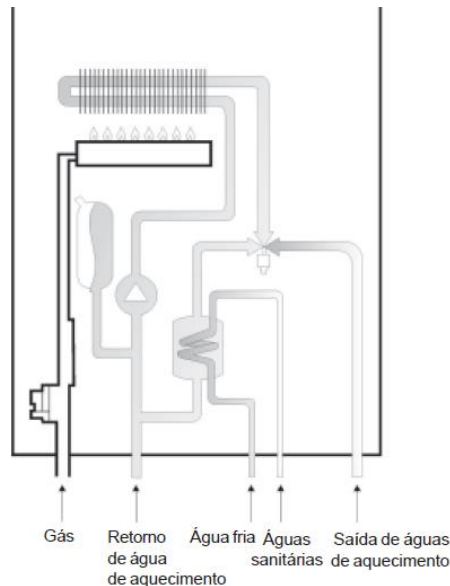


Figura 3.25 - Esquema de funcionamento das caldeira tradicionais.

3.3.2. Caldeiras de condensação

A caldeira de condensação é um equipamento desenvolvido para a produção de água quente, que pela sua construção específica aproveita mais eficientemente o calor produzido pela queima do gás.

As caldeiras tradicionais aproveitam apenas o calor produzido pela chama, desperdiçando o restante calor dos gases pela chaminé. Por conseguinte, as caldeiras de condensação aproveitam o calor associado à condensação do vapor de água (calor latente de condensação). Deste modo, o calor libertado na chaminé pelos gases é reduzido (Figura 3.26).

Com esta tecnologia obtém-se efetivamente uma redução no consumo de gás até 30%.

As caldeiras de condensação possuem uma maior amplitude de modelação da chama, conseguindo obter uma potência mínima mais baixa que as caldeiras tradicionais, esta particularidade traduz-se na redução dos desperdícios, beneficiando os consumos e a eficiência energética, exemplos. (Thermowatt, s.d.)[26]

- Sistemas de aquecimento central, quando a potência necessária é baixa;
- Produção de águas quentes sanitárias, quando as temperaturas da água da rede são mais altas, que nas caldeiras tradicionais se traduz normalmente em temperaturas de água elevadas, mesmo com a caldeira regulada no mínimo.



Figura 3.26- Princípio de funcionamento das caldeiras murais e de condensação.

3.3.3. Caldeiras de Biomassa

3.3.3.1. Importância da biomassa

Atualmente a biomassa representa uma alternativa de elevado potencial energético, sendo um recurso limpo, renovável e de origem não fóssil. O recente desenvolvimento de tecnologias para o uso eficiente na geração de eletricidade e calor torna a biomassa numa alternativa atraente, sendo economicamente competitiva em comparação com os combustíveis fósseis.

De modo a contribuímos para um mundo com menos poluição, o uso da biomassa é fundamental uma vez que, em termos de impacto ambiental, é importante referir que as emissões de CO₂ libertadas por este tipo de alternativa, não causam um incremento do efeito de estufa dado que o CO₂ libertado corresponde ao absorvido pela própria planta durante o seu ciclo de vida.

Contudo, um dos grandes inconvenientes traduz-se no seu baixo poder calorífico, relativamente aos combustíveis fósseis. Outro inconveniente é a combustão de biomassa dado que, há libertação de cinzas quando se dá esse processo, sendo um problema que é particularmente importante nas instalações domésticas. A emissão de cinzas depende do seu teor no combustível e da retenção no interior da câmara de combustão. A sua redução passa pela atuação ao nível do combustível, da câmara de combustão ou em ações a jusante desta. (Fernandes, 2012)[9] (FERREIRA, 2013)[10]

3.3.3.2. Cinzas na combustão da biomassa

Durante a combustão da biomassa são libertadas cinzas que podem ser divididas em dois grupos, cinzas volantes e cinzas de fundo. As cinzas de fundo caracterizam-se por serem de tamanho maior que permanecem na câmara de combustão devido ao seu peso. A recolha destas

é simples e rápido e tem a particularidade de não contribuir para a poluição do meio ambiente. A formação de cinzas volantes dá-se devido a reações que ocorrem na fase gasosa da câmara de combustão. Quando se dá a combustão de biomassa é necessário possuir componentes particulares, como potássio (K), sódio (Na), enxofre (S) e cloro (Cl) e metais voláteis como zinco (Zn) e cádmio (Cd), que são libertados do combustível e reagem no estado gasoso uns com os outros. Quando a pressão de vapor excede a pressão saturada do componente (elevada taxa de formação do componente ou diminuição das temperaturas), ocorre, por nucleação ou condensação dos vapores nas superfícies existentes, a formação de partículas. Deste modo, o maior efeito pela formação de cinzas é a combustão incompleta e para conseguir uma redução efetiva de cinzas formadas é necessário um controlo da injeção de combustível e do ratio entre ar e combustível.

No entanto, é impossível reduzir as emissões de cinzas para zero dado que o próprio combustível possui cinzas, elementos que não vão entrar na reação de combustão. A única forma de prevenir este acontecimento terá de passar por englobar filtros de modo a capturar estas partículas. (Fernandes, 2012) [9]

3.3.3.3. Funcionamento das caldeiras a biomassa

As caldeiras de biomassa em geral são sistemas mais complexos que os sistemas tradicionais de aquecimento convencional (gás, eletricidade), no que toca ao manuseamento e armazenamento do combustível. O combustível usado são, madeira, briquetes, outros derivados da lignocelulose e inclusivamente *pellets*.

O sistema a pellets (Figura 3.27) é constituído por:

- Depósito de combustível;
- Sistema de alimentação;
- Ventilador;
- Câmara de combustão;
- Permutador de calor.

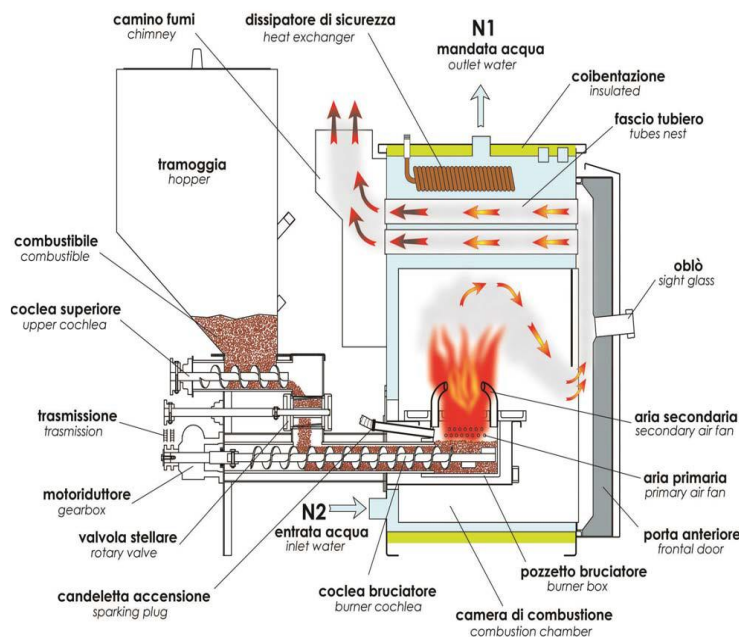


Figura 3.27- Funcionamento de uma caldeira de biomassa.

Há dois tipos de instalações nas caldeiras a biomassa, caldeiras com silo integrado (Figura 3.28) e caldeiras com silo externo (Figura 3.29). O uso do silo integrado é aplicado em instalações de baixo consumo devido à sua baixa capacidade, sendo necessário o seu abastecimento periódico. Em instalações de grande consumo é utilizado o silo externo uma vez que, permite grandes capacidades de armazenamento, reduzindo o seu abastecimento periódico.



Figura 3.28 – Caldeira biomassa com silo integrado.

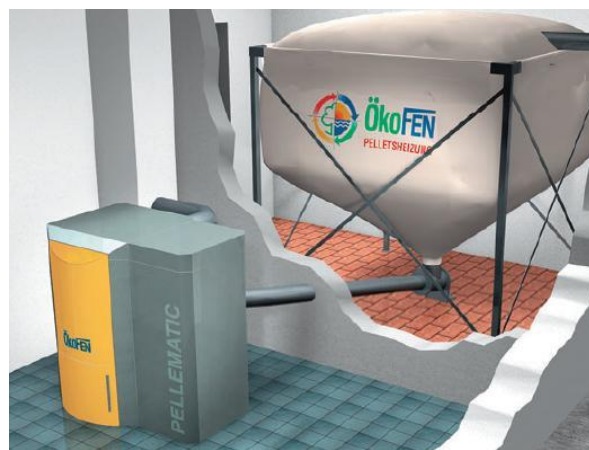


Figura 3.29 - Caldeira biomassa com silo externo.

A biomassa sendo um combustível sólido necessita de ser transportada até a câmara de combustão. De modo a realizar o transporte é utilizado um parafuso sem fim do silo até uma câmara onde se encontra uma válvula rotativa. A percentagem de combustível introduzida na

câmara de combustão é determinada mediante a frequência de circulação do parafuso sem fim, permitindo a regulação da carga térmica.

A válvula rotativa faz o doseamento do combustível de modo a alimentar o queimador, impedindo o retorno da chama e de fumos para o silo. Seguidamente os *pellets* são introduzidos num segundo parafuso sem fim, realizando deste modo, o transporte para a câmara de combustão.

Para o procedimento de inflamação do combustível a resistência elétrica que se encontra na câmara de combustão é aquecida e, com a insuflação do ar dá-se a ignição. Através do auxílio de um analisador é realizada a afinação da caldeira, baseada na regulação da percentagem de ar e de caudal do combustível e por conseguinte, é possível obter uma combustão ideal.

O calor gerado da inflamação do combustível, através do permutador de calor (câmara de combustão) transfere o seu poder calorífico para a água. O permutador é de contacto indireto e a sua classificação faz-se em relação à forma da superfície sólida que separa os dois fluidos e através da qual se processa a transferência de calor. (Azevedo, 2005)[1]

A inflamação origina cinzas e fumos. Os fumos circulam num agrupado de tubos transferindo energia térmica para a água resultando num maior reaproveitamento do sistema, seguidamente são expelidos para a atmosfera através da chaminé.

A instalação adequada de uma chaminé (Figura 3.30) é fundamental para o bom funcionamento deste modo, é realizado um dimensionamento prévio tendo em conta os seguintes aspetos:

- A secção deverá ser igual à conexão de fumos na caldeira, não sendo permitido estreitamentos e um peso avultado.
- A secção da chaminé é determinada consoante a potência, daí que o seu dimensionamento é feito caso a caso;
- Em caso de instalações em paralelo, o dimensionamento das chaminés deveram ser realizados para cada equipamento;
- Utilização de chaminé com dupla camada, diminuindo choques térmicos e criação de condensados;
- Para casos de instalações especiais, em que o local não é favorável, a chaminé deverá garantir em conjunto com a caldeira um desempenho mínimo de 30%. (catálogo técnico *Beretta neva bio*).

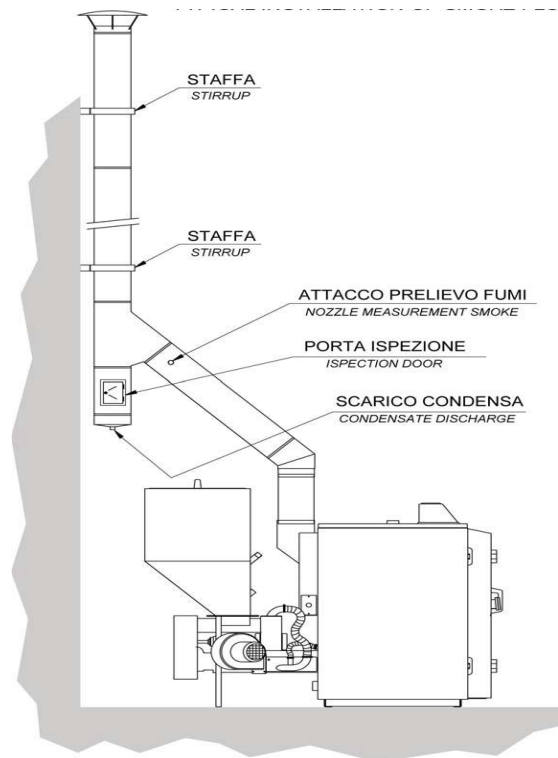


Figura 3.30 – Chaminé da caldeira de biomassa.

3.4. Energia Geotérmica

Ao longo dos anos a humanidade procurou obter um nível de vida mais confortável, mais saudável e mais sustentável. Com a procura de atingir uma qualidade de vida mais favorável, foram descobertas novas fontes de energia que sempre desempenharam um papel importante no desenvolvimento da sociedade. Desde os tempos mais remotos que é usado a água, que flui livremente do interior da superfície da terra a temperaturas superiores às designadas por correntes naturais ou pluviais, nomeadamente para uso termal. Esta pratica já é muito antiga, em que era comum a humanidade relaxar nas águas quentes de alguns lagos e nascentes.

No mundo em que nos encontramos, a inovação é sempre a palavra-chave para um futuro próspero. Um dos exemplos disso, é a recente evolução relativamente à energia geotérmica dado que, esta possui inúmeras utilizações sendo a mais relevante, o aproveitamento da mesma, de modo a realizar a climatização de um edifício.

Este tipo de energia pode ser simplifadamente dividida em duas partes, a geotermia de alta temperatura (para produção de energia) e a de baixa temperatura (utilizada para produção de conforto térmico).

3.4.1. Definição de Geotermia

A energia geotérmica é a energia em forma de calor existente no interior da terra. Em sentido mais pragmático, entende-se como energia geotérmica a energia calorífica contida no interior da terra e que está em condições de ser extraída de forma economicamente rentável.

O calor do solo proveniente do seu interior advém das altas temperaturas do núcleo (magma), e o calor do exterior é devido à incidência da radiação solar na crosta terrestre. O fluxo deste calor e a sua renovação são mantidos pelos processos de condução, convecção e radiação. O calor do interior da terra chega à superfície através de fendas ou falhas tectónicas, sobre a forma de vapor aquecido, água quente ou lava. Esta energia é definida pela sua temperatura em alta e baixa entalpia, consoante o fluido se encontre, respetivamente, a uma temperatura superior ou inferior a 150°C, podendo ainda ser oriunda de alta ou baixa profundidade

O aproveitamento desta energia pode ser realizado de duas formas:

- Através de grandes profundidades e temperaturas de modo a obter água quente, vapor seco ou húmido;
- Através de pequenas profundidades e baixa temperatura para uso na climatização.

Com o que foi nomeado anteriormente, conclui-se que energia geotérmica tem dois grandes campos de aplicação sendo eles, produção de eletricidade e uso térmico. A primeira aplicação está relacionada com o aproveitamento de águas quentes ou vapores a altas temperaturas de modo a produzir eletricidade. Por conseguinte, a segunda aplicação é direcionada para o aproveitamento de temperaturas mais baixas para, com algum incremento dado pela bomba de calor, produzir conforto térmico.

O aproveitamento da temperatura existente no interior da terra, vai desde o primeiro metro de profundidade do solo até 200 m. Neste espaço são enterradas sondas permutadoras ou dissipadoras de calor ligadas às bombas de calor geotérmicas. A sua funcionalidade não é nada mais que introduzir o acréscimo de temperatura que é necessário para proporcionar conforto de Verão ou de Inverno, conforme a estação do ano. Ou seja, as sondas enterradas no solo e as bombas de calor no exterior são usadas para aquecer casas, escritórios, hotéis e estufas durante os meses de Inverno, e para as refrescar no verão, através de um processo inverso, fazendo com que o excesso de calor seja transferido para o subsolo, através das mesmas sondas. Esta energia, aproveitada diretamente com apenas a intervenção de uma simples bomba de calor, vai-nos permitir criar condições de conforto térmico de Verão e Inverno no interior de qualquer espaço. A temperatura existente no solo e em águas subterrâneas pode ser explorada em qualquer país para aquecer e arrefecer o interior dos edifícios, associando bombas de calor ligadas a um circuito de fluido, posto a circular em sondas enterradas até aos referidos 200 m, e ligadas na superfície, às chamadas bombas de calor geotérmicas, as quais, por troca de um pequeno consumo de energia elétrica necessária para operar o sistema, podem capturar a temperatura, e aumentá-la a partir da origem o suficiente para se obter o respetivo conforto de verão e de inverno no interior dos edifícios. (FERREIRA, 2013)[10]

3.4.2. Funcionamento dos equipamentos de geotermia

O sistema geotérmico (Figura 3.31) tem uma capacidade de gerar energia térmica de 15°C a 50°C, podendo ser utilizado para climatização e AQS.



Figura 3.31 – Sistema de geotermia.

Na época de inverno o sistema retira o calor proveniente de terra, para o local a climatizar ou sistema AQS. No verão a nível de climatização o processo é inverso (Figura 3.32).

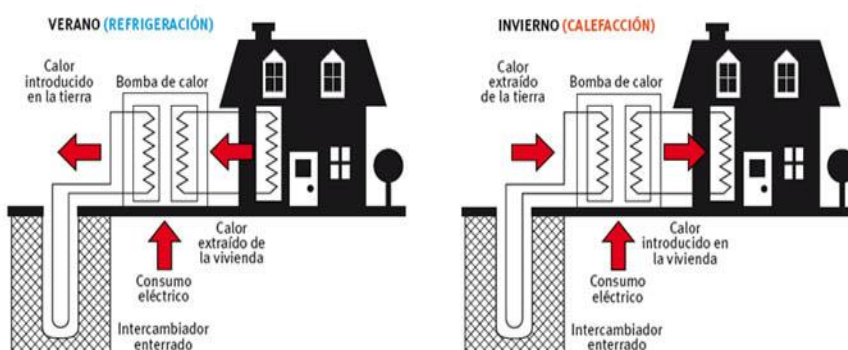


Figura 3.32- Esquema de funcionamento do sistema geotérmico.

A instalação de uma bomba geotérmica pode satisfazer as necessidades de climatização e AQS de uma moradia unifamiliar. No caso de o sistema ser realizado pela perfuração de furos verticais, para a realização do processo de transferência de calor é introduzido uns tubos no interior do furo, em que de acordo com o ciclo geotérmico (Figura 3.33), é circulado um fluido térmico até à bomba geotérmica executando a transferência térmica.

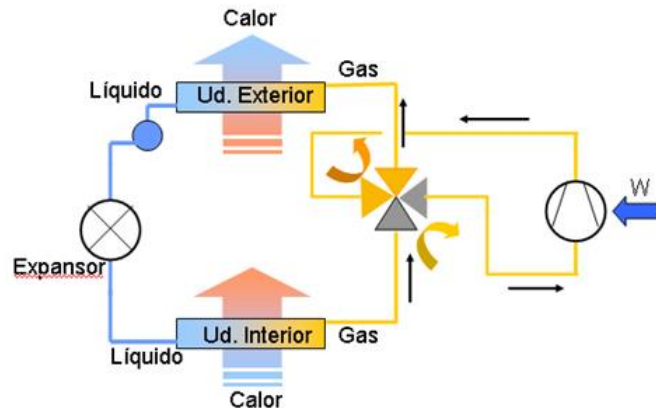


Figura 3.33 - Ciclo geotérmico.

3.5. Chiller e Bomba de Calor

O *Chiller* (Figura 3.34) é um equipamento ar-água que tem como função o arrefecimento da água ou outro líquido em diferentes aplicações, tais como o conforto ambiente ou a conservação de alimentos. Existem dois tipos de *Chiller*, o de compressão ou elétrico e de absorção. O *Chiller* de compressão é usualmente encontrado em sistemas centrais de conforto térmico e é constituído por um ou mais compressores mecânicos de forma a aumentar a pressão em determinada fase do seu ciclo termodinâmico. Este mecanismo baseia-se na segunda lei da termodinâmica que segundo *Clausius*, “O calor não pode fluir, de forma espontânea, de um corpo de temperatura menor, para um outro corpo de temperatura mais alta” e conforme *Kelvin-Planck* afirmava, “É impossível a construção de uma máquina que, operando em um ciclo termodinâmico, converta toda a quantidade de calor recebido em trabalho” (Física, s.d.)[12]. Deste modo, e consoante as citações referidas anteriormente, o sistema efetua o arrefecimento do fluido térmico (água ou ar), através do ciclo frigorífica por compressão de vapor, de um fluido frigorigénio.



Figura 3.34 - Chiller.

O seu princípio de funcionamento (Figura 3.35 e Figura 3.36) depende de dois processos, o da água e o do fluido frigorigénio. O primeiro processo consiste na circulação da água por uma unidade terminal, realizando a transferência do calor no local a climatizar e deste modo, a água ao passar por este equipamento sai com uma temperatura superior à do seu retorno. Por conseguinte, ao sair da unidade terminal segue para o evaporador (permutador de placas) realizando a transferência calorífica para o fluido frigorigénio.

O processo do fluido frigorigénio baseia-se no ciclo frigorífico (Figura 3.35) de compressão a vapor, uma vez que, o refrigerante circula do compressor (onde o compressor realiza trabalho sobre o vapor, transferindo trabalho) para as serpentinas do condensador (ocorre a condensação do fluido frigorigénio, libertando calor), passa pelo vaso acumulador, expande-se na válvula de expansão termostática (ocorre a transformação do refrigerante em estado líquido), evapora-se no evaporador, retirando calor de um fluxo de água. Esta água resfriada será utilizada no processo de arrefecimento do ambiente.

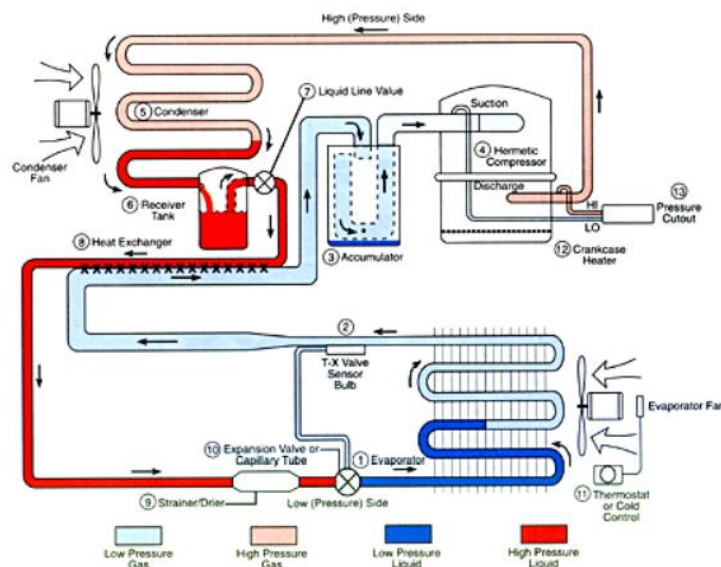


Figura 3.35 - Ciclo de funcionamento do Chiller.

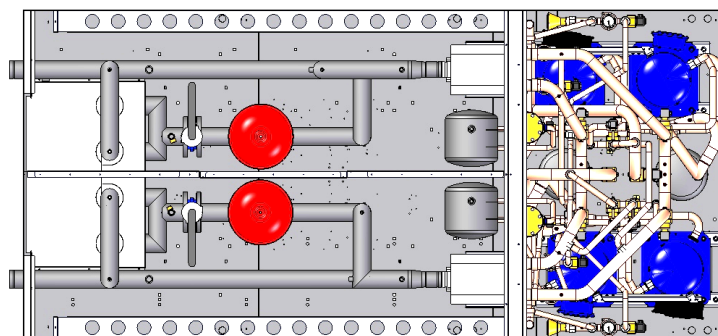


Figura 3.36 – Esquema do Chiller.

O equipamento tem a possibilidade de funcionar em modo reversível (Bomba de Calor), isto é, efetua o aquecimento da água em vez do realizar o seu arrefecimento. Este sistema em modo reversível é designado por bomba de calor. (Brasil, 2005)[2]

3.6. Piso radiante

O piso radiante consiste num sistema que permite obter calor de forma natural. De acordo com as leis de termodinâmica, o ar quente é mais leve que o ar frio e consequentemente, o calor libertado pelo piso radiante flui de baixo para cima, proporcionando um ótimo nível de conforto e de bem-estar. Deste modo, constata-se que este sistema de aquecimento é ideal uma vez que é homogêneo relativamente ao seu aquecimento (Figura 3.37).

Os sistemas radiantes, sendo sistemas térmicos de baixa temperatura, permitem obter o máximo de conforto com o mínimo consumo de energia. Este sistema pode ser aplicado em tetos, paredes ou pavimentos visto que, têm a funcionalidade de poder aquecer ou arrefecer o ambiente de uma habitação e usufruir de um conforto inatingível comparativamente com os sistemas de climatização tradicionais (radiadores, ventiloconvectores, ar condicionado, etc.).

A temperatura da água utilizada é mais baixas no inverno e mais altas no verão, proporcionando baixos consumos de energia e ótimas condições para a troca de calor radiante entre as pessoas e o sistema. Uma das vantagens deste sistema, está relacionado com o facto de ter capacidade de se adaptar em qualquer tipo de fonte de produção térmica, tais como, bombas de calor, *Chillers*, caldeiras, energia solar, geotermia, biomassa, entre outros.

Aliando um conforto térmico otimizado a uma regulação precisa da temperatura ambiente, e da temperatura da água que circula no interior dos tubos, este sistema permite que a temperatura de cada local seja regulada individualmente, através de termostatos que atuam sobre electroválvulas instaladas no colector de retorno. A elevada eficiência do sistema deve-se à utilização de uma central de regulação que otimiza temperatura de ida da água para as paredes, tetos e pavimentos em função da temperatura exterior. Assim, quando há condições

meteorológicas favoráveis, a temperatura da água adapta-se às condições exteriores o que permite obter menores consumos de energia e por conseguinte, menores emissões de gases para a atmosfera.

Este sistema permite também realizar o aquecimento e arrefecimento do ambiente sem provocar quaisquer tipos de problemas de saúde (alergias, rinite, irritação oculares, dores de cabeça, etc.). Deste modo, o calor e o frio são distribuídos de modo homogéneo sobre todo o ambiente, conseguindo assim um intercâmbio térmico entre as pessoas e as superfícies que os rodeiam. Este intercâmbio é realizado por radiação, reduzindo ao mínimo a movimentação do ar.

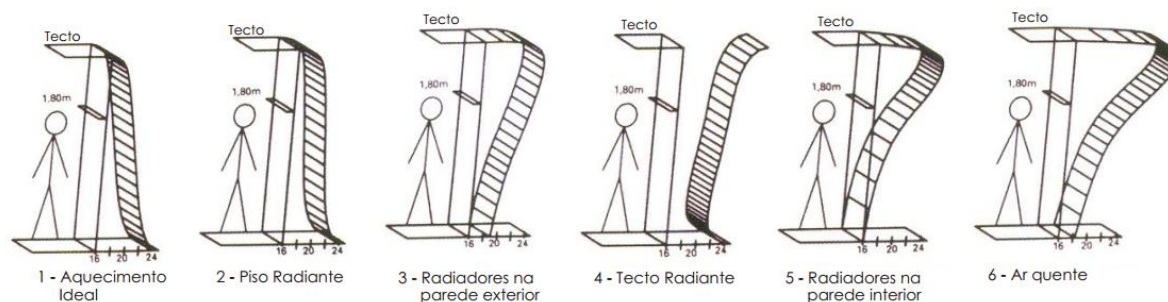


Figura 3.37 - Distribuição de temperaturas com vários sistemas de aquecimento.

3.6.1. Tipos de pavimentos radiantes

Nos sistemas radiantes existem várias formas de transmissão de calor para o ambiente de modo a obter um melhor conforto. Os vários tipos de sistemas são escolhidos consoante as necessidades das pessoas e também pelo tipo de instalação pretendida, de forma a otimizar o conforto térmico. Há, portanto, três tipos de instalações que se podem usar, sendo elas:

- Pavimento radiante;
- Teto radiante;
- Parede radiante.

O sistema de pavimento radiante é a instalação mais utilizada para o conforto térmico. A sua montagem consiste num sistema sem quaisquer uniões metálicas onde que os tubos de plásticos são fixados na placa de superfície auto-fixante. No interior destes tubos, em circuito fechado, circula água quente entre a fonte térmica e o pavimento que faz a transferência do calor para o meio ambiente. O sistema pode funcionar com qualquer tipo de acabamento (cerâmico, madeira, alcatifa, etc.) uma vez que, a temperatura do pavimento não ultrapassa os 28°C.

Tal como o pavimento radiante, o teto radiante é constituído por um sistema hidráulico em circuito fechado onde a água que circula no seu interior está sujeita ao arrefecimento e aquecimento na fonte térmica e à dissipação de energia no teto. De frisar que, este tipo de sistema é mais vantajoso a realizar o arrefecimento uma vez que, o ar quente se encontra na superfície (teto) do local a climatizar.

Por último, na parede radiante possuímos um sistema semelhante aos referidos anteriormente dado que, pode ser utilizado tanto no aquecimento como no arrefecimento. Permite criar no

verão uma barreira à entrada do calor e no inverno a sua saída para o exterior. Desta forma, em cada local a climatizar, existirá a possibilidade de ter em funcionamento parede e teto radiante no verão e parede com pavimento radiante no inverno.

3.6.2. Instalação do piso radiante

De modo a instalar um sistema radiante convenientemente, o comprimento de cada circuito não deverá ultrapassar os 200 metros. O passo dos tubos terá de ter uma distância que varie entre 75 mm e 300 mm consoante a área de cada divisão.

No que toca à distribuição dos tubos (Figura 3.38), não deve ser aleatória uma vez que, é necessário que a colocação do tubo distribua de forma homogénea o calor por toda a superfície. A forma ideal na distribuição do tubo é de facto, o formato espiral dado que, este formato distribui homogeneamente o calor em toda a divisão.

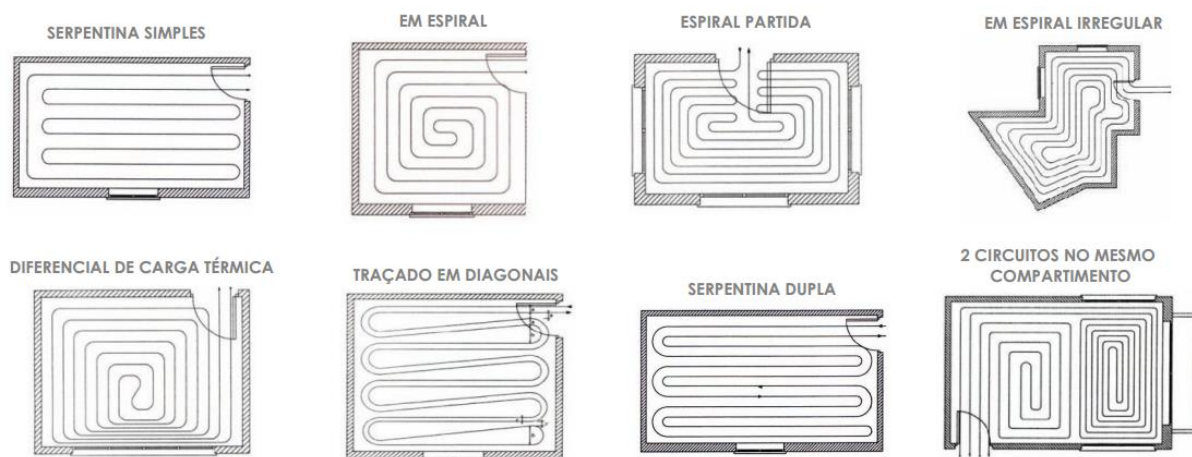


Figura 3.38 - Diferentes formas de distribuição do tubo do piso radiante.

Relativamente ao tubo usado neste tipo de instalação (Figura 3.39), é de plástico e constituído por uma barreira anti-difusão de oxigénio. Esta barreira (Figura 3.40) consiste numa fina película de EVOH (resina de copolímero de etileno e álcool vinílico), aplicada na camada exterior do mesmo durante o processo de fabrico, com o intuito de criar estanquidade ao oxigénio e consequentemente aumentar a durabilidade da instalação.

A resina referida anteriormente é caracterizada pelas suas inigualáveis propriedades de barreira a gases, odores e sabores, bem como pela sua resistência química solvente.

Nas aplicações de condução de água quente em circuitos fechados, com o aumento da temperatura, o espaço intermolecular dos tubos tende a ser maior que a molécula de oxigénio. Quando as moléculas de oxigénio do ar penetram através da parede do tubo originam uma permanente oxigenação da água e oxidação contínua das partes metálicas da instalação, reduzindo a sua durabilidade e aumentando a sua degradação.



Figura 3.39 - Tubo de plástico.



Figura 3.40 - Constituição do tubo.

A Termoplaca (Figura 3.41) é fundamental na montagem do piso radiante dado que, é uma placa base que serve para a aplicação do tubo uma vez que, possui um acabamento totalmente liso e endurecido.

São totalmente estanques sem possibilidade de pontes térmicas, sem necessidade de apoios para fixação da base e grampos para o tubo (Luxmagna)[17]

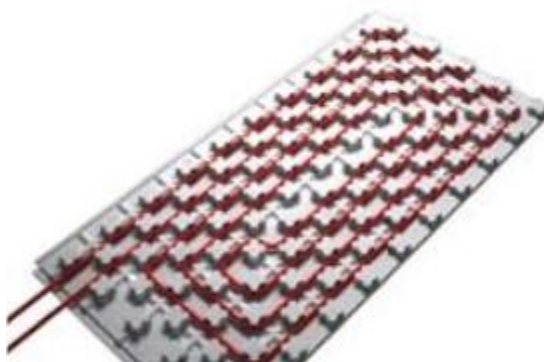


Figura 3.41 - Termoplaca.

3.7. Ventiloconvectores

Os sistemas convectores oferecem-nos conforto térmico através da transferência de calor por convecção. São constituídos por um filtro de ar, um ventilador e um ou dois permutadores (de tubos alhetados do tipo água ar) integrados numa estrutura adequada e equipados com os respetivos acessórios.

O motor elétrico que aciona o ventilador tem normalmente 3 velocidades, permitindo adequar o caudal de ar às variações de carga térmica. São geralmente dimensionados para a velocidade média do ventilador visto que, na velocidade mais elevada o seu nível de ruído é demasiado elevado.

Nestes equipamentos possuímos várias formas de instalação, nomeadamente em consola (na vertical e encostados a uma parede), com móvel (caixa exterior) e em teto falso (na horizontal e sem caixa exterior).

Devido à necessidade da renovação de ar em cada divisória, há várias formas de garantir a substituição do “ar velho” para o “ar novo”. Esta renovação do ar pode ser realizada:

- Através de um orifício (equipado com uma grelha exterior) realizado na parede para o exterior. A regulação do caudal de ar é executada através da grelha na parte externa da parede. Esta é a solução mais económica, contudo, uma das desvantagens está relacionada com a dificuldade em regular o caudal adequado e mante-lo constante.
- Por um sistema complementar, que consiste no tratamento do “ar novo” através de uma UTA (Unidade Tratamento de ar). O “ar novo” é distribuído por uma rede de condutas e através de grelhas ou difusores é insuflado em cada divisão. Trata-se de um sistema com caudal e temperatura de ar constantes mas, de pequena dimensão quando comparado com os sistemas “tudo-ar”.
- Por um sistema de renovação de ar através do próprio ventiloconvector, isto é, o sistema é idêntico ao anterior, no entanto o seu pré-tratamento é a realizado através de uma filtragem apropriada. Este tipo de sistema é vantajoso em comparação com o anterior, na medida em que, evita a aplicação de baterias de aquecimento e de arrefecimento na UTA, grelhas e/ou difusores.

Havendo um controlo de humidade os ventiloconvectores realizam o conforto térmico através da renovação do “ar novo”, sendo este humificado ou desumidificado na respetiva UTA. Através da aplicação de um recuperador de calor de ar é possível aumentar o seu rendimento e reduzir o consumo energético, uma vez que a recuperação do calor do ar de exaustão é aproveitado para pré-aquecer o “ar novo”.

A regulação é realizada por um termostato ambiente que, tem a particularidade de se poder seleccionar a temperatura desejada é também regular a velocidade do ventilador. Este termostato poderá estar, nalguns casos, instalado na própria caixa do ventiloconvector.

3.7.1. Ventiloconvector com sistema 2 tubos

O sistema de dois tubos (Figura 3.42) é utilizado para aquecimento e arrefecimento, no entanto, não é possível aplicá-los em simultâneo.

Consoante as necessidades pretendidas para o conforto térmico, realiza-se a circulação de água aquecida no inverno e de água arrefecida no verão dado que, é um sistema de utilização para as duas finalidades, aquecimento e arrefecimento.

De modo a que haja um controlo de passagem de água adequada na bateria do ventiloconvector, este sistema utiliza um sensor termostático ambiente que atua sobre uma válvula termostática motorizada, fazendo a regulação do caudal. Mediante a leitura e a necessidade pretendida,

quando se atinge o conforto térmico, a válvula fecha-se por completo e o equipamento desliga-se.

A seleção do regime de aquecimento ou de arrefecimento pode ser obtida manualmente por um controlador existente no local a climatizar. Outra forma de seleção é a automática, por intermédio de um termostato inverso, que regula o regime consoante a temperatura da água em circulação.

O sistema ventiloconvector de dois tubos consiste numa instalação em serie dos equipamentos, podendo climatizar uma variedade de espaços. Devido ao seu funcionamento, os espaços onde são aplicados os equipamentos são climatizados em simultâneo (Figura 3.43). Esta solução é ideal para habitações unifamiliares, onde necessita-se de aquecimento no inverno e arrefecimento no verão.



Figura 3.42 - Ventiloconvector com 2 tubos.

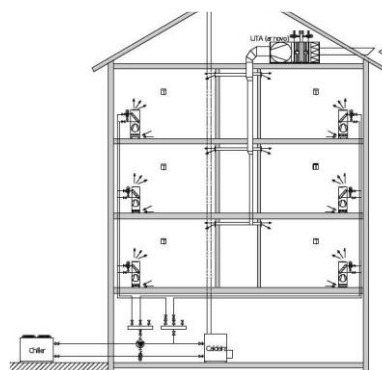


Figura 3.43 - Ventiloconvectores com sistema de 2 tubos.

3.7.2. Ventiloconvector com sistema 4 tubos

Através do sistema de dois tubos obtém-se o conforto térmico de um edifício consoante o regime de climatização pretendido. Por conseguinte, há edificações que necessitam de climatizar simultaneamente certos locais em regime de aquecimento e outros em regime de arrefecimento. Desta forma, é necessário prevenir a existência em simultâneo de água aquecida e arrefecida em cada espaço a climatizar. Assim sendo, o sistema de quatro tubos (Figura 3.44) é mais comum neste tipo de aplicação devido à sua dupla capacidade.

Para realizar o controlo da passagem de água na bateria do ventilaconvector, ao contrário do sistema anterior, utiliza um sensor termostático que atua nas válvulas termostáticas motorizadas de modo a, regular a passagem de caudal. Os processos seguintes realizam-se do mesmo modo que no sistema de 2 tubos.

O sistema de quatro tubos (Figura 3.45) é ideal para casos em que necessitamos de climatizar em simultâneo os dois regimes. É um sistema ideal na aplicação em hotéis, hospitais, escritórios, armazéns de máquinas, entre outros.

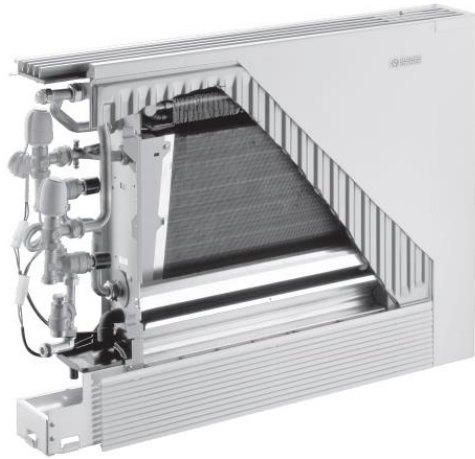


Figura 3.44 - Ventiloconvetor com 4 tubos.

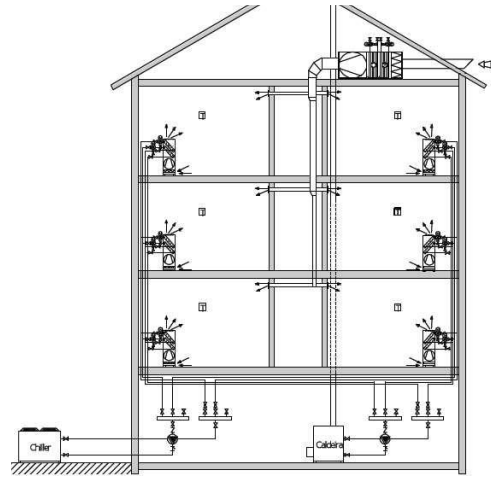


Figura 3.45 - Ventiloconvectores com sistema de 4 tubos.

4. TRABALHOS REALIZADOS

No mundo dos negócios torna-se cada vez mais importante que as empresas conquistem bons resultados requerendo deste modo, planejar e projetar de forma eficaz.

Nos tempos que correm, as empresas têm ficado, progressivamente niveladas e equiparadas ao mesmo grau de eficiência. Como tal, é por todos reconhecidos que para além da competitividade a nível operacional e transacional, terão de ser também eficazes ao nível corporativo. Para atingir esta eficácia, o foco deverá ser no acesso, na partilha e na análise da informação e na sua transformação em conhecimento útil para o processo de decisão.

Para alcançar um bom processo de decisão no negócio as empresas deverão seguir os princípios orçamentais que estabelecem regras básicas, a fim de conferir racionalidade, eficiência e transparência aos processos de elaboração, execução e controlo do orçamento.

Na elaboração dos processos de orçamentação, cada entidade escolhe um *software* para a sua execução. No mercado atual existem vários *softwares* para este fim e o mais usual é o PHC.

O *software* PHC é um programa desenvolvido de forma a satisfazer as exigentes necessidades das empresas uma vez que, foi desenvolvido para otimizar a organização, o desempenho e a velocidade das mesmas.

Os benefícios deste *software*, passa pelo aumento da produtividade e beneficiando a redução dos custos da empresa.

Os esclarecimentos para a boa compreensão e interpretação das propostas devem ser solicitadas pelas entidades interessadas por escrito, no primeiro terço do prazo fixado na apresentação da proposta. Estes esclarecimentos são prestados por escrito, pela empresa no *software* até ao termo do segundo terço do prazo fixado na apresentação das propostas. Os erros e omissões deveram ser retificados até ao termo do prazo anteriormente dito. (Artigo 50 – CCP).

As propostas para os equipamentos solicitados pelas entidades deveram consistir:

- Declaração de aceitação do conteúdo do caderno de encargos, elaborado em conformidade com os modelos solicitados;
- Documentos em função do objeto de contrato e dos aspetos da sua execução submetidos à concorrência pelo caderno de encargos;
- Documentos que contenham os termos ou condições, relativos a aspetos de execução do contrato, aos quais a entidade adjudicante pretende que o concorrente se vincule. (Artigo 57 – CCP).

Quanto aos erros e omissões, as entidades interessadas devem apresentar ao órgão competente para a decisão de contratação, uma lista que identifique, expressa e inequivocamente, os erros e as omissões do caderno de encargos detetados, até ao termo do quinto sexto do prazo fixado para a apresentação das propostas.

4.1. Elaboração de orçamentos

Durante o período de adaptação, o aluno aprendeu a manusear o *software PHC* (Figura 4.1) com vista a elaborar propostas de orçamento. Através desta aprendizagem verificou aspetos importantes que influenciam a elaboração das mesmas. Sendo esses designados por, condições comerciais, erros de projeto, omissões e interesses subjacentes das entidades.

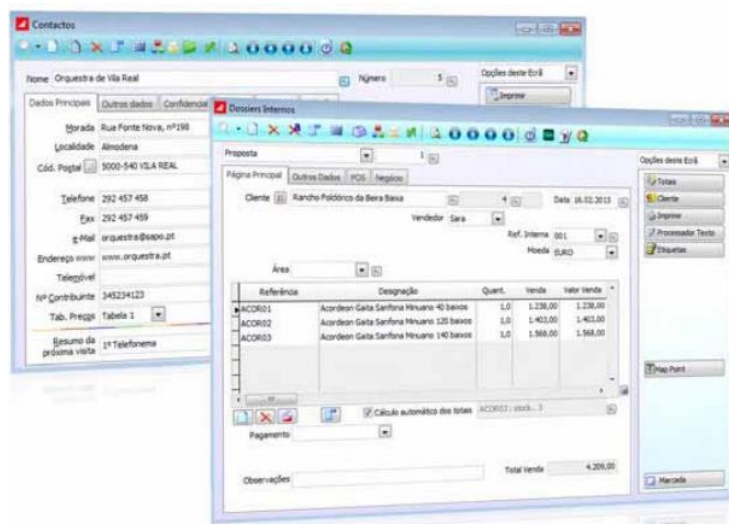


Figura 4.1 - *Software PHC*.

Na elaboração das propostas, foram interpretadas e analisados cadernos de encargos para o dimensionamento dos equipamentos de forma a poder orçamentar com maior rigor e exatidão.

Após o período de adaptação e consoante os conhecimentos adquiridos no *PHC* e no dimensionamento dos equipamentos foi atribuído alguma independência ao aluno na elaboração das propostas. Alargando desta forma, a sua experiência a nível de análise dos cadernos de encargos de projectos podendo deste modo, estudar e avaliar vários sistemas em obra.

Na análise pormenorizada do caderno de encargos, verificaram-se determinadas condições de funcionamento do projeto, sendo essas: o caudal, pressão, altura de aspiração e tipo de finalidade. Após a verificação destes fatores recorreu-se à escolha do equipamento adequado às necessidades.

A altura manométrica designa-se pela energia por unidade de peso que o sistema solicita para circular, de um determinado reservatório ao ponto necessário a descarregar, com uma determinado caudal. Esta energia é fornecida por uma bomba, sendo um parâmetro fundamental para a selecção da mesma.

A altura de aspiração, calcula-se através da seguinte expressão:

H_s – *Altura de aspiração*

p, p_{atm}, p_v – *pressão, pressão atmosférica, pressão de vaporização*

g – Aceleração da gravidade

ρ – massa volúmica

u – velocidade

e_s – Altura da instalação

$$H_s = h_i - \frac{p_v}{\rho \times g} \quad (1)$$

$$H_s = \frac{p_1}{\rho \times g} + \frac{u_1^2}{2 \times g} - \frac{p_v}{\rho \times g} \quad (2)$$

Através da aplicação da equação de Bernoulli entre um ponto situado na superfície livre e outro junto a entrada da bomba e considerando a perda de carga na conduta de aspiração, a expressão anterior escreve-se:

$$\frac{p_{atm}}{\rho \times g} + \frac{0}{2 \times g} + 0 = \frac{p_1}{\rho \times g} + \frac{u_1^2}{2 \times g} + e_s + \Delta H_{asp} \quad (3)$$

logo:

$$\frac{p_1}{\rho \times g} = \frac{p_{atm}}{\rho \times g} - \frac{u_1^2}{2 \times g} - e_s - \Delta H_{asp} \quad (4)$$

Conjugando as expressões (1) e (4) obtém-se a seguinte expressão:

$$H_s = \frac{p_{atm}}{\rho \times g} - e_s - \Delta H_{asp} - \frac{p_v}{\rho \times g} \quad (5)$$

O caudal é denominado pela quantidade de líquido que passa através da bomba num determinado período de tempo. Podemos distinguir entre dois tipos de caudal: caudal volúmico e caudal mássico.

No caso de a funcionalidade de uma bomba ser destinada ao abastecimento de água, é usual o a utilização do caudal volúmico.

$$Q = \frac{Q_m}{\rho} \quad (6)$$

O caudal mássico aplica-se normalmente na caracterização de sistemas de aquecimento, refrigeração e ar condicionado e representa a massa que uma bomba move por unidade de tempo (kg/s).

$$Q_m = \rho \times Q \quad (7)$$

A pressão é a medida de força por unidade de área de um sistema. Deste modo, ela divide-se em pressão estática, pressão dinâmica e pressão total. A pressão estática é determinada por um manómetro. A pressão dinâmica é causada pela velocidade do líquido, daí que não pode ser determinada por um manómetro. A pressão dinâmica é calculada pela seguinte expressão:

$$p_{din} = \frac{1}{2} \times \rho \times v^2 \quad (8)$$

A pressão total é o somatório da pressão estática e da pressão dinâmica.

A altura manométrica e o caudal são fatores determinantes na escolha do equipamento para a circulação do fluido. O caudal influencia na quantidade de água que é necessária para todo o sistema.

Na análise de aplicação do equipamento, é imprescindível que o mesmo esteja adaptado às diferentes aplicações que serão retratadas nos pontos seguintes.

4.1.1. Equipamento para circulação de água quente

As bombas circuladoras de água quente são especialmente desenvolvidas para circulação de água quente em circuitos fechados para aquecimento/arrefecimento de ambientes e abastecimento entre depósitos. A utilização deste equipamento é específico para sistemas primários de aquecimento/arrefecimento (caldeiras). Os equipamentos aplicados poderão ser constituídos por um material menos rigoroso, não havendo preocupações com a contaminação da água em termos de odor, cor e sabor. Normalmente o material usado é o ferro fundido.

Mediante a análise do caderno de encargos, verificou-se que na fase de projeto para um sistema de aquecimento é solicitada uma ou várias bombas específicas para circulação de água do equipamento de geração de energia térmica, para as unidades terminais. Consoante o dimensionamento dos pontos de trabalho do sistema e através de programas específico do fornecedor, determinou-se o equipamento a dimensionar. De seguida será apresentado um dos dimensionamentos realizados:

Uma entidade interessada solicita o orçamento de um equipamento mencionado no seguinte projecto: instalação de uma bomba para circulação de água no circuito hidráulico, com as seguintes características de funcionamento:

- Caudal mínimo de 5 m³/h;
- Altura manométrica de 6 m.c.a.

Consoante estes dados foi utilizado um programa do fornecedor, denominado por *GRUNDFOS Product Center* (Figura 4.2), de modo a realizar a pesquisa dos produtos e soluções. Este programa consiste na seleção dos equipamentos através das diferentes formas:

- Dimensionamento - neste parâmetro executa-se um dimensionamento pormenorizado;
- Catálogo - no caso de haver um equipamento pré dimensionado em projeto;
- Equivalência - se é necessário substituir um equipamento;
- Líquido - seleccionar mediante as condições do líquido a bombear.

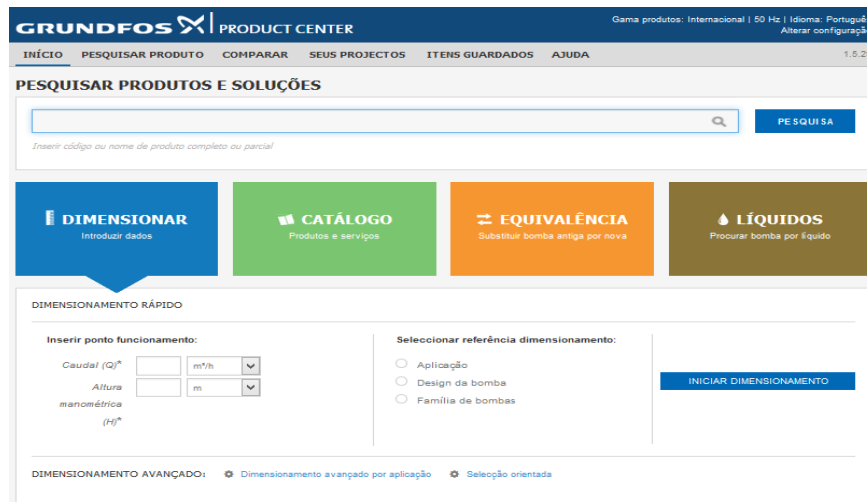


Figura 4.2 – *Software* GRUNDFOS.

De modo, a dimensionar um equipamento de forma mais precisa é necessário introduzir-se os seguintes dados:

- Tipo de aplicação;
- Área de aplicação;
- Tipo de instalação;
- Caudal;
- Altura manométrica.

Outros dados a introduzir são:

- A temperatura do líquido durante o funcionamento;
- Temperatura máxima do líquido;
- Pressão máxima de operação;
- Pressão mínima de entrada;
- Subdimensionamento de caudal permitido.

Na Figura 4.3 encontra-se o programa usado com os dados acima expostos. Este tipo de ferramenta é facultado pelo fornecedor de equipamentos *Grundfos* em que o seu propósito se destina na introdução dos dados pretendidos e posteriormente, selecciona uma gama de equipamento na base de dados que se encontram de acordo com as condições aplicadas. Desta forma, este programa facilita o dimensionamento e oferece uma seleção adequada aos requisitos pretendidos.

GRUNDFOS PRODUCT CENTER Gama produtos: Internacional | 50 Hz | Idioma: Português
Alterar configuração

INÍCIO | PESQUISAR PRODUTO | COMPARAR | SEUS PROJECTOS | ITENS GUARDADOS | AJUDA 1.5.29

Dimensioamento por aplicação

DIMENSIONAR PRODUTO POR APLICAÇÃO

SELEC. APLICAÇÃO

Aplicação: Aquecimento Ajuda para seleção

Área de aplicação: Edifícios comerciais Ajuda para seleção

Tipo de instalação: Distribuição

Instalação: ☐ Circulador principal ☒ Circuito de mistura Ajuda para seleção

Caudal (Q): 5 m³/h Calcular

Altura manométrica (H): 6 m Calcular

Expandir tudo | Reduzir tudo | ☐ Ver toda largura

Os seus requisitos (Temperatura do líquido durante o funcionamento...)

Temperatura do líquido durante o funcionamento: 60 °C

Temperatura máx. do líquido: 60 °C

Pressão máx. de operação: 10 bar

Pressão mín. de entrada: 1,5 bar

Subdimensionamento de caudal permitido: 2 %

Figura 4.3 - *Software* de seleção GRUNDFOS para circuladores.

Após a introdução dos dados, iniciou-se o dimensionamento através do gerador de pesquisa de produtos do *Software*. Seguidamente é ilustrada uma tabela de produtos compatíveis (Figura 4.4), onde se seleccionou o equipamento adequado às condições propostas do projeto. A tabela de produtos apresentada, identifica os equipamentos que são comercializados a nível global. De frisar que, se deve sempre seleccionar um produto comercializado em Portugal.

Na seleção, para além dos aspetos referidos anteriormente, o custo de vida útil do equipamento tem um peso importante para a adjudicação da proposta pela empresa interessada.

RESULT.DIMEN.

PARÂMETROS DIMENSIONAMENTO BÁSICOS Editar parâmetros dimensionamento

	Aplicação Aquecimento	Área de aplicação Edifícios comerciais	Tipo de instalação Distribuição	Instalação Circuito de mistura	Caudal (Q) 5 m³/h	Altura manométrica (H) 6 m
--	--------------------------	---	------------------------------------	-----------------------------------	----------------------	-------------------------------

TODOS PRODUTOS ADEQUADOS (8)

Ações batch: ☐ ADICIONAR A... Dimensão tabela: ☐ Ver toda largura

	Código	Designação do produto	Fase	U [V]	Descarga da bomba	P máximo [bar]	Q [m³/h]	Q-dev [%]	H [m]	H-dev [%]	Energia [kWh/a]	Custos energéticos [€]	Prego + energia [€]	Índice preferência	Custo do ciclo de vida [€]
<input type="checkbox"/>	97924544	MAGNA1 32-100	1	230	G 2"	10	5.04	1	6.12	2	422	63.32	A pedido	100	2606
<input type="checkbox"/>	97924165	MAGNA1 32-100	1	230	G 2"	10	5.04	1	6.12	2	422	63.32	A pedido	100	2606
<input type="checkbox"/>	97924247	MAGNA3 25-100	1	230	G 1 1/2"	10	5	0	6.01	0	416	62.38	A pedido	96	2728
<input type="checkbox"/>	97924826	MAGNA3 25-100	1	230	G 1 1/2"	10	5	0	6.01	0	416	62.38	A pedido	96	2728
<input type="checkbox"/>	97924543	MAGNA1 32-80	1	230	G 2"	10	5.04	1	6.11	2	578	86.63	A pedido	85	3089
<input type="checkbox"/>	98254944	MAGNA1 32-100 N	1	230	G 2"	10	5.04	1	6.12	2	429	64.28	A pedido	81	3204
<input type="checkbox"/>	98254913	MAGNA1 32-100 N	1	230	G 2"	10	5.04	1	6.12	2	429	64.28	A pedido	81	3204
<input type="checkbox"/>	97924339	MAGNA3 25-100 N	1	230	G 1 1/2"	10	5	0	6.01	0	416	62.38	A pedido	77	3381

Figura 4.4 – Tabela dos produtos adequados.

Ao seleccionar o produto na tabela, e tendo em conta os aspetos já referidos, o programa gera as condições de funcionamento do mesmo (Figura 4.5). Podemos visualizar a curva caraterística

de funcionamento do equipamento, onde é possível observar o ponto de trabalho, rendimento e potência de funcionamento. Nas especificações (Figura 4.6) podemos conceber a informação detalhada do produto, nomeadamente a sua constituição, características elétricas, condições do líquido, entre outros.

Uma das vantagens do *software* reside na possibilidade de conseguirmos retirar os desenhos já dimensionados, esquemas elétricos e lista de peças.

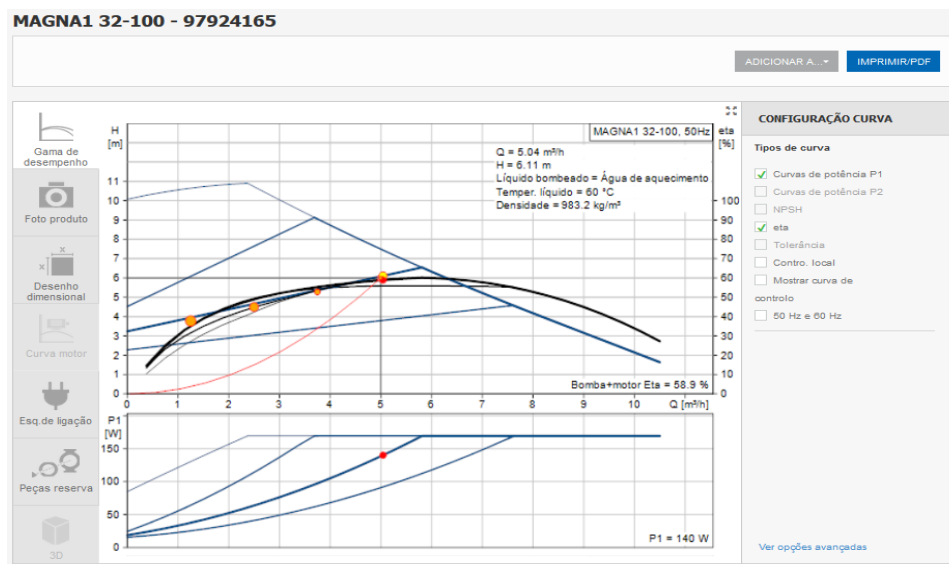


Figura 4.5 – Curva caraterística do equipamento.

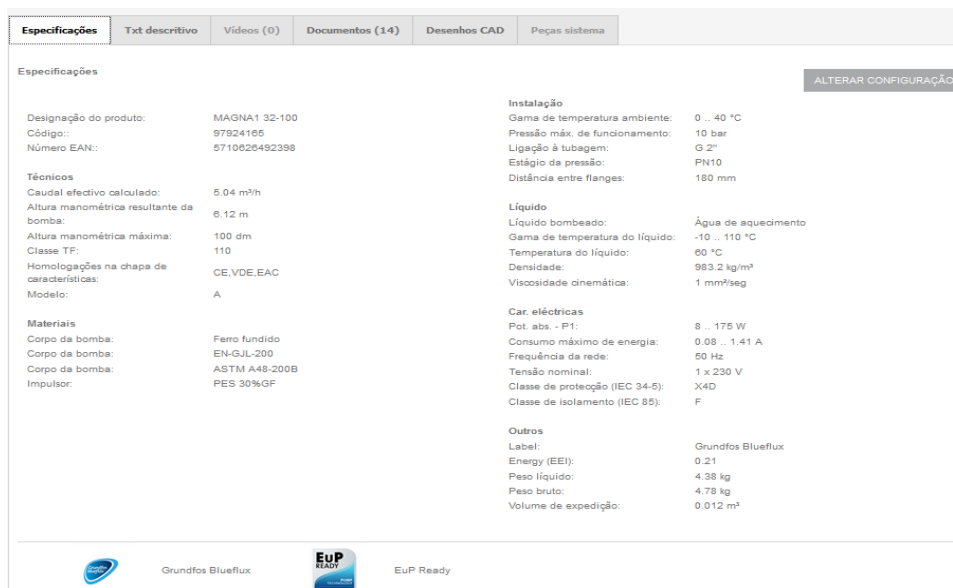


Figura 4.6 – Características específicas do produto.

Por ultimo, ao selecionar o equipamento (Figura 4.7) e através da tabela de preços realizou-se a elaboração da proposta pelo programa PHC (Figura 4.8), podendo desta forma, apresentar à empresa interessada o orçamento de um equipamento mais adequado consoante as características pretendidas, juntamente com a documentação técnica do produto.



Figura 4.7 - Produto selecionado.

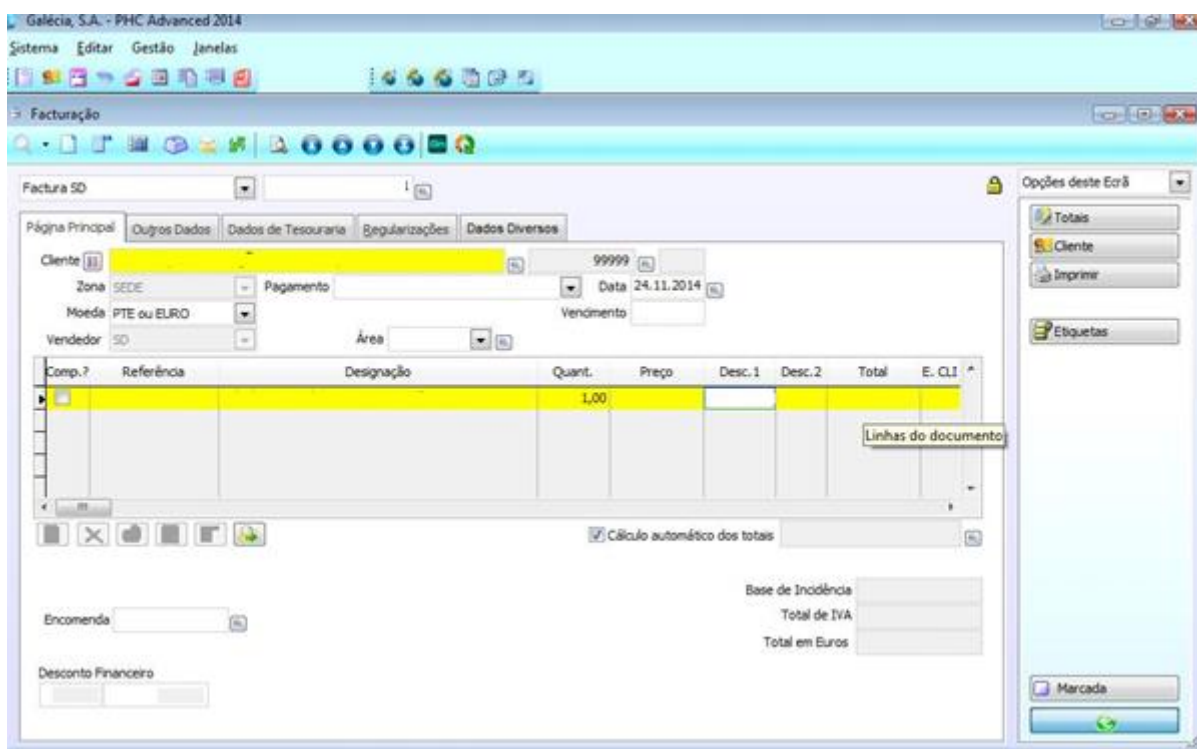


Figura 4.8 - Elaboração de proposta no PCH.

4.1.2. Equipamento para circulação de água quente sanitária

Este tipo de equipamento é especialmente concebido para a circulação de água para consumo humano e desta forma, deverá existir um elevado rigor no controlo das contaminações relativamente ao odor, sabor, cor e químicos. Deste modo, os equipamentos devem ser constituídos por um material em aço inox ou em bronze. Estes materiais evitam que os vários fenómenos indesejados se difundam.

Para situações em que na fase de projeto é solicitado um equipamento para circulação de águas sanitárias, procede-se da mesma forma, seguindo os passos referidos no ponto anterior.

No entanto, na seleção de equipamentos para águas quentes sanitárias, recorre-se à opção apropriada e o *software* seleciona o produto adequado ao tipo de aplicação. Estes produtos

diferem na sua constituição, relativamente ao corpo da bomba. Para este caso em particular, deverá ser em aço inoxidável de modo a evitar futuras contaminações de água.

4.1.3. Equipamento para poços e furos

Estes equipamentos (Figura 4.9) são utilizados para abastecimento de águas subterrâneas, isto é, captação da água de um poço ou furo para alimentar a rede de um edifício. Normalmente é usado em edifícios domésticos, visto que, a sua capacidade de circulação é baixa, sendo uma solução adequada para o sistema.



Figura 4.9 - Bomba submersível para furo.

No dimensionamento do equipamento o aluno procedeu de igual forma que no ponto anterior no entanto, difere em alguns parâmetros, nomeadamente no tipo de instalação (Figura 4.10). Neste parâmetro seleciona-se o que é pretendido: furo para reservatório ou camisa de arrefecimento. No caso de uma aplicação de um sistema de abastecimento por furo, é necessário parametrizar o diâmetro consoante o projeto. Este diâmetro é determinado conforme a altura manométrica, podendo ser de 4" ou 6".

The screenshot shows the 'GRUNDFOS PRODUCT CENTER' website. The top navigation bar includes links for 'INÍCIO', 'PESQUISAR PRODUTO', 'COMPARAR', 'SEUS PROJECTOS', 'ITENS GUARDADOS', and 'AJUDA'. The main heading is 'DIMENSIONAR PRODUTO POR APLICAÇÃO'. Below this, there is a form titled 'SELECC. APLICAÇÃO' with the following fields: 'Aplicação' (dropdown menu set to 'Abastecimento de águas su'), 'Tipo de instalação' (radio buttons for 'Furo' (selected), 'Reservatório', and 'Camisa de arrefecimento'), 'Instalação' (dropdown menu set to 'Instalação em furo, depósito'), 'Caudal*' (input field with '5' and unit 'm³/h'), and 'Altura manométrica*' (input field with '50' and unit 'm'). There are 'Ajuda para selecção' and 'Calcular' buttons next to the dropdowns and input fields. Below the form, there are expandable sections for 'Os seus requisitos', 'Configuração', 'Condições de funcionamento', 'LCC', and 'Configurações da lista de resultados'.

Figura 4.10 – Software de selecção GRUNDFOS para bomba para furo.

4.1.4. Equipamentos contra Incêndio

De acordo com o decreto-lei vigente, as exigências de segurança contra incêndio devem ser contempladas no projeto juntamente com as restantes especialidades a concretizar na obra.

O estudo de um sistema de proteção contra incêndio envolve uma central de incêndio (Figura 4.11), tubagens e bocas-de-incêndio. Estas centrais são dimensionadas de acordo com as necessidades requeridas na proteção em todo o edifício. Além disso, a central terá que respeitar as normas, *CEPREVEN* ou *EN 12845*.

Segundo as normas, para o caso das centrais serem instaladas com aspiração negativa deverão ser recomendados a aplicação de depósitos de ferragem de modo a usufruir de uma correta instalação e funcionamento.

Estes equipamentos são fornecidos e testados na fábrica e equipados por uma ou duas bombas elétricas consoante o que é pretendido.

Em caso da utilização de duas bombas, é aconselhável que estas sejam eletricamente alimentadas individualmente, para garantir o funcionamento contínuo em caso de corte de energia ou avaria de uma das bombas. Cada uma é controlada por um quadro de comando independente.

A bomba auxiliar mantém a pressão de forma automática no sistema e em caso de fugas impede que as bombas principais arranquem quando não são necessárias.

Para garantir o correto funcionamento da bomba auxiliar, a central de incêndio deverá estar preparada com pelo menos dois depósitos de membrana de 24 litros e um quadro de comando de proteção e controlo.

Outro tipo de sistema de incêndios são as centrais com electrobomba principal ou outra bomba a *Diesel* e centrais com uma ou duas bombas a *Diesel*.

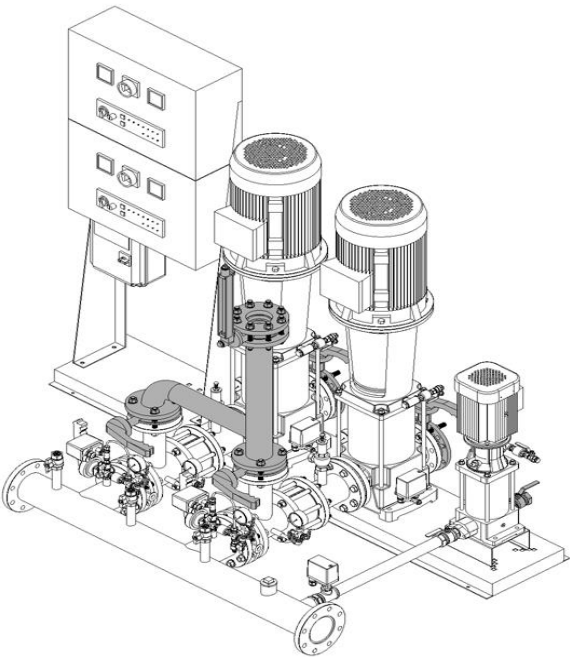


Figura 4.11 - Central de incêndio.

Na elaboração do orçamento, teve que se ter em atenção os aspetos anteriormente referidos, nomeadamente a selecção e o dimensionamento já realizado com base no catálogo técnico do fabricante.

Nas situações em que no projeto é necessário determinar o caudal nominal, requisitos, especificações, regulamentos e quando não há documentação específica e *software* adequado para o dimensionamento, solicita-se o orçamento ao fornecedor. Um técnico qualificado da empresa fornecedora, executa o dimensionamento e procede à selecção do equipamento utilizando deste modo, o caudal apresentado na Tabela 4.2, a verificação da altura manométrica (Tabela 4.3) e as normas indicadas no projeto.

Bomba principal CR 10				Caudal [m³/h] com 1 bomba principal activa									Bomba auxiliar	
Unidade	P ₂ [kW]	I _{1/1} [A]	Método de arranque	0	5	5,5	6	7	8	9	10	11		12
				Altura manométrica [m]										

Tabela 4.2 – Exemplo de selecção do caudal.

Bomba principal CR 10				Caudal [m³/h] com 1 bomba principal activa									Bomba auxiliar	
Unidade	P ₂ [kW]	I _{1/1} [A]	Método de arranque	0	5	5,5	6	7	8	9	10	11		12
				Altura manométrica [m]										
FH CR 10/C	3	6,4	DOL	82	81	80	79	77	74	70	65	59	52	B

Tabela 4.3 – Verificação da altura manométrica correspondente ao caudal.

Nem sempre é possível seleccionar o equipamento de acordo com os pontos de funcionamento indicados no projecto. Assim sendo, o equipamento é dimensionado para os pontos de funcionamento superiores e nunca inferiores ao solicitado.

A proposta referenciada na Figura 4.12 é direccionado ao aluno em resposta ao solicitado, para que o mesmo execute um orçamento pelo *software* PHC da empresa. Assim, utilizando os dados dimensionados pelo fornecedor o aluno formalizou um orçamento, de acordo com as condições comerciais para a entidade interessada.

Proposta Nº: 1001101			Página 2/3	
Pos	Qtd	Código do produto	Preço unitário	Preço Total
3.1 Sistema de combate a incêndio				
Q= 82,6m³/h @ 95 m.c.a.				
1.0	1 UN	915AA565K		
FH/C S2 04/27+J SD AA 3x380/50				
Central Supressora de Incêndio, gama FIRE HYDRO CK CEPREVEN, modelo FH/C S2 04/27 + CR3-19, segundo as normas CEPREVEN.				
A central é equipada, basicamente com:				
1 Electro bomba Principal, mod. CK 04/27 (35kW) satisfazendo as exigências construtivas e hidráulicas da norma CEPREVEN				
1 Electro bomba de Reserva, mod. CK 04/27 (35kW) satisfazendo as exigências construtivas e hidráulicas da norma CEPREVEN.				
1 Electro bomba auxiliar, centrífuga multicelular de eixo vertical, mod. CR3-19 (3,5kW)				
1 Quadro eléctrico para bomba eléctrica principal com informação à distância				
1 Quadro eléctrico para bomba eléctrica de reserva com informação à distância				
1 Quadro eléctrico para bomba auxiliar eléctrica				
2 Depósitos de membrana 24L/16bar				
1 Colector de compressão comum				
1 Válvula de retenção na compressão de cada bomba				
1 Válvula de seccionamento na compressão de cada bomba				
1 Junta de compensação por bomba				
1 Manómetro em banho de glicerina				
2 Pressostatos por electrobomba principal				
1 Pressostato por electrobomba auxiliar				
1 Caudalímetro				
2.0	1 UN	3A0101B4K		
Kit Colector de provas HF K 04				
Colector de provas constituído por válvula de seccionamento e duas pontas de tubo flangeado.				
3.0	2 UN	3A0099G4K		
Kit Aspiração HF K 04 DN 200				
Kit de aspiração, constituído por:				
• Cone exolétrico;				
• Junta de compensação;				
• Válvula de borboleta com desmultiplicador;				
• Manovacuómetro;				
• Parafusos e porcas.				
Optional.				
Recomendado para instalações com aspiração negativa				
4.0	2 UN	3A0100D9		
Dep. de ferragem 500L				
Depósito de ferragem com capacidade de 500 litros.				
Acessórios incluídos no fornecimento:				
• Válvula de corte,				

Figura 4.12 - Proposta elaborada pelo fornecedor.

4.1.5. Centrais de abastecimento

Estes equipamentos são utilizados em abastecimento de água limpa em estações de tratamento de água, blocos de apartamentos, hotéis, indústria, hospitais e escolas. Podendo ser de baixa ou alta potência.

No dimensionamento do sistema é calculado o ponto de funcionamento de modo a que abasteça todos os locais necessários do edifício. Como tal, a seleção é efetuada consoante o ponto calculado para o local mais desfavorável do edifício de forma a que o equipamento tenha capacidade de abastecer todos os pontos do edifício.

O sistema é constituído por duas ou três electrobombas, mediante as necessidades de utilização, sendo capaz de corresponder a pontos de funcionamentos elevados. As electrobombas são capazes de satisfazer as necessidades pretendidas, no entanto para sistemas de abastecimento, não se justifica a utilização de uma bomba potente uma vez que, apesar da sua fácil manutenção, torna-se mais dispendioso a nível de consumo energético e deste modo, a utilização de duas electrobombas menos potentes é suficiente. Desta forma, é aconselhado a seleção de centrais com duas bombas menos potente dado que, irá despoletar um baixo consumo.

Está concebida para funcionar com a escolha automática das electrobombas, isto é, poderá funcionar com uma ou mais bombas em conjunto, de acordo com as necessidades de abastecimento originando assim, uma optimização e redução do seu consumo.

Sempre que se utiliza estes equipamentos, é aconselhável a utilização de um equipamento contra falta de água. Este acessório oferece a segurança necessária ao sistema em caso de corte de água, desencadeando automaticamente a paragem do sistema. Sem este equipamento a central continuaria a funcionar, originando a que o sistema entrasse em sobreaquecimento provocando deste modo, avarias ou até mesmo o fim de vida do mesmo.

Neste tipo de centrais de abastecimento existem várias gamas centrais com electrobomba verticais (Figura 4.13) e centrais com eletrobombas horizontais, com variação de velocidade ou sem variação de velocidade.



Figura 4.13 - Electrobomba verticais.

Para bombas com variação de velocidade é possível regular a sua velocidade de funcionamento conforme o caudal necessário. Obtendo assim, uma otimização do equipamento e ajuste às necessidades requeridas do funcionamento do sistema.

Estes sistemas são completos (Figura 4.14) e têm todos os acessórios necessários para um correto funcionamento. Sendo eles:

- Colector de compressão;
- Colector de aspiração;
- Válvulas de seccionamento e retenção;
- Manómetros;
- Pressóstatos;
- Quadro eléctrico;
- Electrobombas.

Para a aplicação de um sistema de pressurização estável (Figura 4.15) é aconselhável a montagem de um reservatório de membrana dependendo da potência do equipamento.

As electrobombas funcionam automaticamente, sendo controladas por pressóstatos (um por cada electrobomba).

Mediante os aspetos anteriormente ditos, nos cadernos de encargos é necessário respeitar o solicitado e seleccionar o equipamento consoante o caudal, altura manométrica, tipo de instalação, tipo de bombas a utilizar, entre outros. Deste modo, a sua seleção é procedida de igual modo para os equipamentos anteriormente referidos.

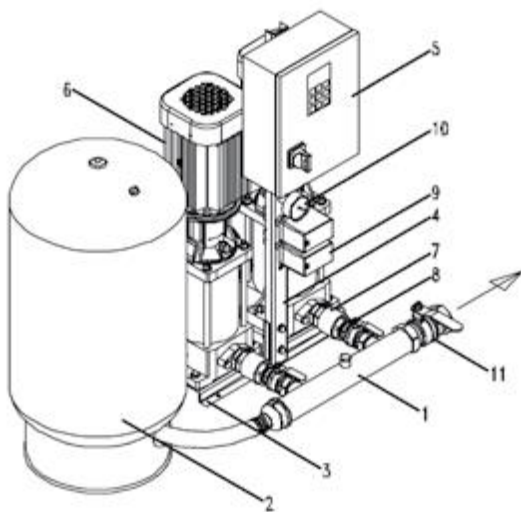


Figura 4.14 – Desenho do sistema de pressurização.



Figura 4.15 - Sistema de pressurização.

4.1.6. Bombas para águas pluviais e águas residuais

O dimensionamento é executado de igual forma que os equipamentos anteriores, difere apenas no tipo de aplicação.

Ao solicitarem equipamentos para águas pluviais (Figura 4.16), selecciona-se uma bomba onde a passagem de sólidos é entre 10 a 30 mm, dependendo da indicação do projeto.

Ao seleccionar a bomba realizou-se a orçamentação dos acessórios complementares para o bom funcionamento do equipamento.

Nas bombas para águas residuais (Figura 4.17) a sua finalidade é a bombagem de águas de drenagem; águas residuais domésticas; águas residuais com um teor elevado de fibras (impulsor *SuperVortex*), esgotos e águas residuais municipais e de edifícios comerciais. Através do dimensionamento para este caso em particular, procedeu-se à identificação da potência, caudal, altura manométrica e acima de tudo, teve que se ter em consideração o diâmetro dos sólidos para a seleção do equipamento.



Figura 4.16 – Bomba para águas pluviais.



Figura 4.17 – Bomba para águas residuais.

4.1.7. Acessórios

De forma a complementar uma instalação de sistemas de bombagem de água, é necessário acessórios específicos para segurança e o bom funcionamento. Dependendo do tipo de instalação a projetar, estes acessórios diferem consoante a utilização da bomba de modo a que permita uma boa instalação e evitando futuras avarias. De seguida, serão apresentados alguns desses equipamentos.

Quadro elétrico: cada equipamento deve ser controlado por um quadro elétrico uma vez que, a sua escolha é realizada tendo em conta a potência, corrente de funcionamento e o tipo de ligação trifásica ou monofásica.

Acoplamento automático e corrente: o acoplamento automático é uma unidade base colocada no fundo do reservatório onde é aplicada a bomba por intermédio da corrente de modo, a que a mesma não entre em contacto com o corpo da bomba.

Besouro: equipamento sonoro utilizado nas estações para alarme de avarias ou má funcionalidade do sistema. Este equipamento é utilizado para evitar paragem do sistema e acidentes.

Interruptor de nível: equipamento para detecção do nível de água, permite que o sistema não exceda o nível de água recomendado para o depósito ou o nível mínimo.



Figura 4.18 - Interruptor de nível.

Válvulas de retenção: Equipamento de proteção utilizado para evitar o retorno da água no sentido contrário, evitando a danificação do eixo da bomba.

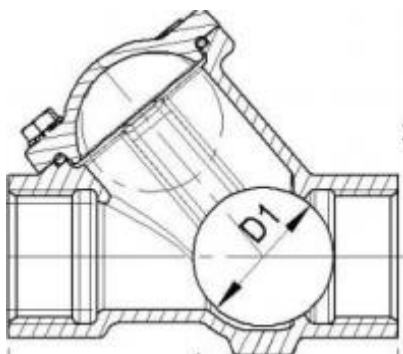


Figura 4.19 - Válvula de retenção de bola.

Válvula de seccionamento: equipamento concebido para seccionar a água do circuito.



Figura 4.20 - Válvula de seccionamento.

4.2. Acompanhamento de instalação do piso radiante

No projeto de climatização (Figura 4.21) executado pela empresa, foi dimensionado um sistema de aquecimento/arrefecimento de modo a adquirir um conforto térmico ao longo do ano. Na concretização deste dimensionamento, foram apresentadas algumas instruções/condições na medida em que, estas condições abrangiam o conforto térmico ao longo do ano com uma temperatura ideal de 20 °C, em todas as divisões da moradia. Deste modo, e tendo em conta as medidas estipuladas, foram projetados os seguintes sistemas:

- Sistema solar para aquecimento das águas quentes sanitárias (AQS);
- Sistema de aquecimento e arrefecimento de ambiente e de apoio ao AQS, através de uma bomba de calor;
- Climatização por um sistema de piso radiante.

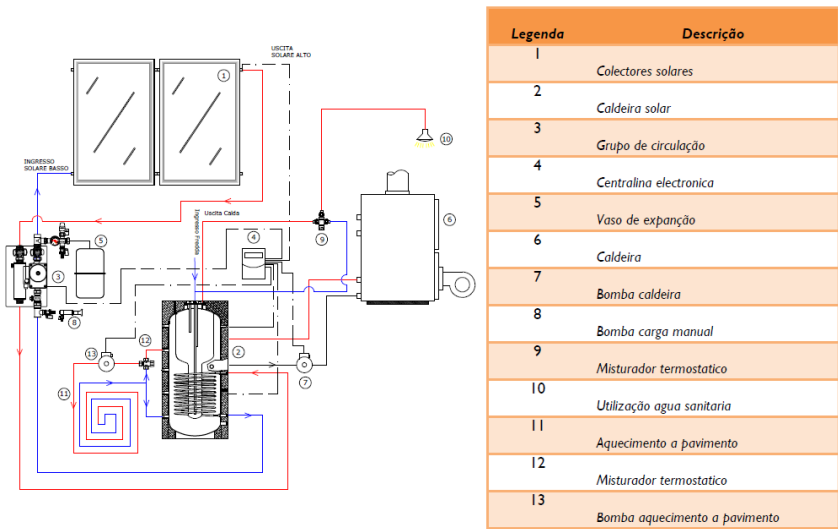


Figura 4.21 - Sistema de climatização.

O sistema solar dimensionado, consiste na instalação de um conjunto de painéis solares CPC de vácuo, que abastecem um depósito de 300 litros (Figura 4.22) de forma a realizarem a produção de águas quentes sanitárias. A produção de AQS possui o apoio de uma bomba de calor de modo a compensar a falta de energia térmica proveniente do sistema de coletores solares.



Figura 4.22 - Sistema de aquecimento.

Na moradia em causa, foi feito uma visita a um sistema de climatização com uma bomba de calor do tipo ar-água para produção de água quente sanitária (AQS) e aquecimento/arrefecimento do ambiente. É constituído por uma unidade interna (Figura 4.23) e uma unidade externa (Figura 4.24) e está adaptada com dois circuitos independentes. Um dos circuitos realiza a produção de águas quentes sanitárias (AQS) e o outro executa a produção do conforto ambiente através de um sistema de piso radiante.



Figura 4.23 - Unidade interior.



Figura 4.24 - Unidade exterior.

Quando é necessário a produção de águas quentes sanitárias é realizado a transferência térmica por intermédio de um permutador para um depósito de acumulação, através de uma válvula de três vias desviando o fluxo de água quente para este depósito.

Se a unidade estiver a funcionar em modo aquecimento o fluxo da água quente, por intermédio de uma válvula de três vias é desviado para o acumulador de AQS. Quando a temperatura necessária é alcançada, a válvula de três vias desvia o fluxo para as unidades terminais, constatando-se que a unidade dá sempre prioridade à produção das águas quentes sanitárias (AQS).

Em modo de arrefecimento tem um funcionamento igual a um *Chiller*, em que através de um gás refrigerante (R410) retira a energia térmica da água a arrefecer, libertando-a para o exterior. Quando à necessidade de produção de águas quentes sanitárias (AQS) o compressor é interrompido, convertendo o ciclo refrigerante e comandando a válvula de três vias, de modo a desviar o fluxo da água quente gerada para o depósito de AQS. Quando atinge a temperatura necessária interrompe novamente o compressor, comutando a válvula de inversão do ciclo refrigerante e a válvula de três vias, provocando o acionamento do compressor após 3 minutos de ser desligado. Quando é realizado este mecanismo o sistema atinge a potência máxima possível de forma a satisfazer rapidamente as necessidades de produção de AQS.

Uma das desvantagens do equipamento consiste na sua fragilidade aos detritos dissolvidos na água. Sendo assim, é sempre necessário visualizar se o sistema com este tipo de equipamento possui o filtro de água no retorno e se está corretamente instalado. Tendo em atenção estes aspetos, verificou-se a sua existência e se este estava limpo (Figura 4.25). Deste modo, certificou-se que o equipamento estava em bom estado, procedendo-se desta forma, à verificação da distância da unidade exterior com a unidade interior, isto é, a distância da tubagem de ligações onde flui o fluido frigorigénio.



Figura 4.25 - Identificação do filtro da água.

Devido às suas restrições, o equipamento está adaptado com uma carga de fluido frigorigénio para 15 metros de comprimento da unidade exterior com a interior. Caso esta distância seja superior, é necessário a introdução de uma carga adicional dependendo do tipo de equipamento.

Confirmou-se que o comprimento da tubagem estava de acordo com as condições do fabricante. Como a unidade exterior se encontrava no lado oposto da unidade interior, a tubagem respeitava os requisitos da pré-carga.

Após a verificação dos requisitos anteriormente enunciados, conclui-se que, o sistema estava bem dimensionado e a funcionar em perfeitas condições.

4.2.1. Climatização por piso radiante

Através das indicações fornecidas pelo técnico e de acordo com a informação subjacente no capítulo 3, ponto 3.6 procedeu-se à instalação do sistema de climatização por piso radiante.

O dimensionamento do projeto da moradia em causa foi executado por uma colega qualificada da empresa, por intermédio de um programa da *Giacomini* específico para este tipo de trabalho.

Foram analisados os procedimentos da instalação do piso radiante e inicialmente procedeu-se à aplicação de uma placa de esferovite de isolante entre o pavimento e a faixa perimetral isolante (Figura 4.26), ao longo de toda a superfície vertical. Esta superfície engloba paredes, colunas, bancadas, entre outras, cobrindo desde a laje de superfície até à superfície do pavimento radiante. De modo a permitir a distribuição do calor o mais homogêneo possível, o tubo introduzido na placa isolante preformada (Figura 4.27), foi distribuído uniformemente de modo a obter um formato em espiral.

Considerando que o projeto nem sempre corresponde à realidade, o aluno deparou-se com algumas modificações na obra ao aplicar a tubagem do circuito de aquecimento radiante. Estas alterações dizem respeito a zonas não contabilizadas no *software* utilizado no dimensionamento do projeto, ou seja, aquando da instalação do piso foram contabilizadas as zonas que não foram englobadas no *software*.

Como sistema estava concebido para aquecimento/arrefecimento a aplicação do tubo no pavimento foi realizado com um passo de 15 cm (Figura 4.28), com o intuito de existir uma uniformização na transferência térmica em ambos os regimes.

De modo a finalizar a instalação do sistema, os circuitos de climatização radiante foram conectados nos coletores (Figura 4.29). Após este processo foi executado um enchimento do sistema com água e posteriormente analisou-se todos os circuitos de climatização radiante, de forma a verificar a existência de fugas. Após esta análise, constatou-se que o sistema estava apto para um bom funcionamento.

Tendo realizado as verificações anteriormente descritas, procedeu-se ao processo de regulação e afinação do sistema, ou seja, determinar o caudal de passagem em cada circuito radiante.



Figura 4.26 – Banda perimetral e base de esferovite.



Figura 4.27 – Chapa termoplástica.



Figura 4.28 – Chapa termoplástica com tubagem.



Figura 4.29 – Caixa coletora.

4.3. Manutenção

O conceito de manutenção é definido de forma diferente por vários autores. De uma maneira geral, este conceito é encarado como sendo um processo industrial, que gradualmente foi aplicado a edifícios.

O Comité de Manutenção de Edifícios do Reino Unido, em 1972 estabeleceu a definição de manutenção como: “Trabalho realizado de forma a manter, restaurar e melhorar todas as partes de um edifício, sistemas e componentes, para uma aceitável qualidade e para manter a utilidade e valor do edifício”. Traduz a noção de valor e relaciona-o com sendo uma expectativa de vida de um edifício que requer a análise de mecanismos complexos e posteriormente, valoriza o edifício ao longo do tempo.

Em 1984, surge a primeira norma designada por BS 3811:1984, definindo o conceito de manutenção industrial como: “combinação de ações com o objetivo de manter e/ou reparar um objeto de forma a torna-lo em condições aceitáveis”. Em 1993 foi revista e redefinida como: “A combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo a sua supervisão, necessário à reposição de determinado elemento num estado no qual este possa desempenhar a preceito a performance pretendida”

Segundo a norma [ISO 15686-1, 2000] o conceito de manutenção é definida por “Manutenção é a combinação de ações técnicas e respetivos procedimentos administrativos que, durante a vida útil dum edifício e suas componentes, se destinam a assegurar que este desempenhe as funções para que foi dimensionado”

Apesar de todas as definições anteriormente indicadas, em 2007 surge a norma NP EN 13306:2007 como sendo a “combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão, durante o ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo ou a repô-lo num estado em que pode desempenhar a função requerida”.

A manutenção é quase sempre vista como um mal desnecessário e a sua concretização está implícito ao custo do serviço.

Todos os equipamentos, sistemas e instalações, sejam eles mecânicos, eléctricos, electrónicos, hidráulicos ou pneumáticos, estão sujeitos a degradação das suas condições normais de operacionalidade, com o decorrer do tempo, em consequência do uso e até por causas fortuitas.

Para evitar a degradação dos equipamentos, é necessário fazer manutenções periódicas. Estas recorrem a um conjunto diversificado de tarefas seleccionadas e programadas de acordo com as características e utilização do seu objecto e os padrões de serviço que lhe foram fixados. Essas tarefas são, por exemplo, a lubrificação, a limpeza, o ensaio, a reparação, a substituição, a modificação, a inspecção, a calibração, a revisão geral ou o controlo de condição.

Após a visualização de alguns trabalhos de manutenção, foi dado a possibilidade ao estagiário intervir diretamente na manutenção e instalações (*chillers*, caldeiras, etc.),

Este trabalho requer um estudo bastante aprofundado do seu princípio de funcionamento, de cada equipamento, de modo a que se consiga ter uma boa percepção das intervenções a serem

adoptadas na sua manutenção. Para estes equipamentos, a análise baseou-se no livro de instruções e do equipamento e nas formações específicas que foram sendo dadas pelo técnico especializado.

4.3.1. Manutenção do Solar Térmico

A operação de manutenção consiste em pormenorizar as tarefas ou procedimentos que se encontram associados a:

- Inspeção;
- Limpeza;
- Medidas pró-activas;
- Medidas corretivas;
- Medidas de substituição;

Na execução da manutenção, foram estabelecidas várias tarefas nomeadamente, Inspeção, Limpeza, Medida de Substituição e algumas medidas pró-ativas. As tarefas que necessitam de maior elaboração e responsabilidade ficaram a cargo do técnico.

4.3.1.1. Inspeção dos colectores

Na inspeção dos coletores o aluno e o técnico procederam à visualização do sistema, inspecionando e identificando a existência de alguma anomalia. No aparecimento de alguma anomalia o aluno ou o técnico procederam à resolução do problema, com o intuito de evitar mais danos futuros. A inspeção é concretizada para a avaliação do comportamento do sistema solar térmico, tais como os seus componentes, durante a utilização.

Na inspeção visual aplicada ao equipamento de geração de calor, no coletor solar plano, teve que se ter em conta os seguintes procedimentos:

- Verificação na cobertura transparente de existência de condensados, sujidade e picagens;
- No caso dos coletores, com caixa formada por dois perfis em alumínio, foi executada a verificação das juntas, isto é, se apresentam deformações, degradação e fissuramento;
- Verificação se à obstrução nas fissuras de respiro e drenagem;
- Verificação se a caixa apresenta deformações;
- Verificação de existência de fugas e oxidações nas ligações;
- Verificação da estrutura de suporte, ou seja, se apresentava deformações e oxidações;
- Verificação da degradação da resistência elétrica (caso existisse);
- Verificação da existência de parafusos e correto aperto na estrutura de suporte;

- Verificação do correto assentamento do coletor na estrutura de suporte.

Como é possível verificar através da Figura 4.30, o coletor encontrava-se em bom estado de funcionamento, não havendo presença de fissuras, humidade, sujidade e fugas nas juntas.



Figura 4.30 – Sistema solar por termossifão.

Ao realizar uma análise mais profunda ao coletor verificou-se que no encaixe do mesmo à estrutura de suporte existia algumas irregularidades nomeadamente, na montagem do suporte e na falta de parafusos de fixação. Por outro lado, a fixação do colector não se encontrava devidamente instalado e por conseguinte, verificou-se que o coletor (Figura 4.31) estava no limite da estrutura que é admissível.



Figura 4.31 – Irregularidades no sistema solar.

Na inspeção de outro caso, em que consistia num sistema de circulação forçada, constituída por um conjunto coletivo de coletores solares estampados. O sistema encontrava-se em pleno funcionamento e em condições favoráveis, como mostra na Figura 4.32. No entanto, detetou-se que cinco dos coletores apresentavam humidade no seu interior. Esta humidade foi visualizada na zona de tubagem onde é feita a união com os colectores em série.



Figura 4.32– Sistema de um conjunto solar térmico.

Seguidamente foram examinadas as uniões de ligação dos referidos colectores (Figura 4.33), verificando-se a presença de humidade no vedante que efectua a estampagem do tubo com a caixa do colector. Através desta análise, concluiu-se que esta humidade era derivada da incorreta instalação, ou seja, quando estes colectores foram montados houve um incorreto aperto realizado nas suas interligações provocando deste modo, uma rutura no tubo no interior do colector ou uma fissura na sua vedação.



Figura 4.33 – Uniões de ligação dos colectores.

Na inspeção do coletor solar de tubos de vácuo e CPC com tubos de vácuo é necessário:

- Verificar sujidade e picagens nos tubos de vácuo;
- Verificar a presença de fugas no cabeçote ou camara de irradiação;
- Verificar sujidade na superfície espelhada (nos colectores CPC).

4.3.1.2. Inspeção no acumulador

Para a inspeção dos acumuladores o aluno e o técnico procederam de igual modo que na inspeção dos coletores, diferenciando-se nos seguintes pontos:

- Verificação da existência de oxidações e fugas nas ligações;
- Verificação de presença de fugas fissuras, deformações, oxidações e outros sinais de corrosões;
- Verificação do desgaste do ânodo de magnésio;
- Verificação na resistência elétrica de existência de oxidação e fugas;
- Verificação de oxidações e fugas na válvula de segurança e válvula termostática.

Na inspeção deste acumulador em particular, realizou-se a manutenção de um sistema de aquecimento de águas quentes sanitárias por termossifão. Verificou-se que este se encontrava num estado degradado (Figura 4.34), visto que o seu grau de corrosão era bastante avançado na medida em que, originava fugas que consequentemente provocava um rendimento baixo no sistema e perda de água. Desta forma, procedeu-se à sua substituição (Figura 4.35) realizando posteriormente, as devidas ligações hidráulicas.



Figura 4.34 – Acumulador danificado.



Figura 4.35 – Acumulador novo.

Na verificação do ânodo de magnésio procedeu-se à sua remoção do acumulador (Figura 4.36) de forma, a visualizar o seu estado. Ao visualizar o estado do ânodo de magnésio denotou-se uma quantidade significativa de calcário, procedendo-se desta forma, à sua limpeza. Contudo, esta manifestação de calcário não significa que, o ânodo esteja degradado, no entanto o seu rendimento torna-se mais baixo. Outra forma de verificação é através de um painel de controlo eletrónico do ânodo. Este tipo de controlo é usual em acumuladores para sistemas de circulação forçada.



Figura 4.36– Ânodo de magnésio.

Na verificação da resistência elétrica (Figura 4.37), foi efetuada através de um multímetro o teste de continuidade de modo a verificar se esta estava ou não em curto-circuito. Com este procedimento constatou-se que a resistência estava de facto, em curto-circuito, procedendo-se à sua remoção. Após a remoção confirmou-se o seu estrado de degradação, ou seja, a resistência estava completamente oxidada e com calcário.



Figura 4.37 - Resistência elétrica.

Este tipo de inspeção deverá ser realizado anualmente por um técnico especializado. De modo a realizar um registo de anomalias pormenorizado, recorre-se a ferramentas específicas para manuseamentos dos equipamentos e folha de relatório. Além disso são retiradas algumas fotos de modo a provar a sua veracidade. Estes registos são utilizados para que na existência de erros de instalação e defeitos de fabrico, sejam sujeitos a uma avaliação específica e posterior ativação da garantia.

4.3.1.3. Inspeção do fluido térmico com 35 % de Glicol

O glicol é um produto químico utilizado juntamente com a água, tendo como objetivo evitar a criação de gelo no interior da tubagem. Este tipo de fenómeno origina-se em locais com condições climáticas amenas. Com o intuito de evitar este acontecimento é necessário a sua aplicação. Na sua inspeção é necessário:

- Verificação da densidade do fluido para proteção contra congelamento, sendo esta entre os valores de 1,014/1,045 g/ml;
- Verificação do pH do fluido para proteção contra corrosão, que deverá estar entre 7,5/9.

4.3.1.4. Limpeza do circuito

Todos os sistemas para obterem um bom funcionamento e rendimento deveram permanecer sem qualquer sujidade no interior do circuito. A inspeção do coletor é realizada de forma a detetar índices de sujidades. No caso da sua existência procede-se à sua limpeza. Este procedimento deve ser realizado com determinados cuidados de modo a evitar danos. Por conseguinte, se a temperatura do líquido de limpeza for baixa, devemos ter o cuidado em evitar choques térmicos.

Quando se denota uma degradação no fluido térmico, procede-se à sua extração e consequentemente, à limpeza interna do circuito. Esta limpeza executa-se através da injeção de água utilizando uma bomba manual ou automática. De seguida, de modo a finalizar este ciclo é introduzido o fluido térmico no circuito.

4.3.1.5. Medidas pró-ativas

Este tipo de medidas consiste em manter o sistema com um bom desempenho ao longo da sua vida útil.

As medidas pró-ativas a serem executadas no colector solar, são:

- Efetuar a purga do sistema para retirar o ar do circuito;
- Reapertar todas uniões entre tubagens;
- Reapertar o ânodo de magnésio e resistência;
- Efetuar o reaperto de todos os parafusos do sistema;
- Adicionar anticongelante (glicol);
- Ajustação da pressão do circuito;
- Lubrificação e reaperto das válvula de segurança e válvula termostática;
- Desobstrução das fissuras de respiração.

4.3.1.6. Medidas corretivas

Estas medidas são realizadas pelo técnico com o auxílio do aluno, dado que, em determinados casos estas medidas implicam um grande conhecimento e experiência técnica.

No coletor solar são executadas as seguintes medidas:

- Ajustes e correções nas tubagens do circuito do sistema;
- Reparação de fugas nas uniões ou substituição das mesmas;
- Substituição do coletor devido à existência de infiltrações, elevado estado de degradação, cobertura partida ou com fissuras, fissuras no absorsor;
- Substituição do fluido térmico no caso do seu nível de proteção contra corrosão for baixo.

No acumulador são usadas diferentes medidas sendo estas:

- Substituição do ânodo de magnésio;
- Efetuar a troca da resistência elétrica no caso de esta se encontrar queimada;
- Substituição das válvulas de segurança e termostática;
- Substituição do acumulador quando este apresenta fissuras, estado de oxidação muito avançado, degradação e rotura na serpentina.

4.4. Manutenção de caldeiras

A manutenção de uma caldeira de condensação com acumulador foi um dos trabalhos que foi executado juntamente com o técnico da empresa. Para este tipo de intervenção foi realizado um contrato prévio ou um pedido de intervenção por parte do cliente.

Neste tipo de equipamento (Figura 4.38) visualizou-se ao pormenor o sistema que estava montado, observando a alimentação da água para aquecimento, entrada de gás e o tipo de gás (GPL ou gás natural). Posteriormente procedeu-se à verificação da existência de erros de instalação ou avaria no equipamento.

Após as visualizações hidráulicas, avarias e instalação, desligou-se o equipamento de modo a proceder à sua intervenção. Seguidamente, realizou-se o corte da alimentação do gás e da água.



Figura 4.38 - Inspeção da caldeira de condensação.

De seguida, inspecionou-se o equipamento de modo a verificar se este estava de acordo com o tipo de combustível a utilizar, ou seja, os equipamentos dependendo do tipo de gás, deverão ser convertidos de acordo com o mesmo.

No caso em estudo, constatou-se que o sistema era para GPL, denotando-se deste modo, que o equipamento estava devidamente convertido, isto é, possuía os injetores específicos para este tipo de gás. Após esta verificação, foram inspecionadas as ligações, válvulas e restantes equipamentos de forma, a evitar fugas de gás (Figura 4.39).



Figura 4.39 - Sistema interno da caldeira.

Através da inspeção verificou-se que o sistema interno da caldeira não possuía qualquer tipo de fuga e de seguida, procedeu-se à inspeção das sondas NTC (Figura 4.40).

Ao remover a sonda NTC denotou-se que esta se encontrava com um desgaste significativo, provocado pelo contacto direto com a água. Devido a este acontecimento, o sistema pode obter falhas na leitura da temperatura da água, que por sua vez, origina um mau funcionamento do equipamento.



Figura 4.40 - Sonda NTC.



Figura 4.41 - Sonda NTC com desgaste.

Um dos fatores mais relevantes neste tipo de equipamento é a verificação do permutador (Figura 4.42), dado que, este realiza o aproveitamento dos gases quentes para o pré aquecimento da permuta que consequentemente origina óxidos de alumínio (Figura 4.43 e Figura 4.44). Este fenómeno consoante o tempo de funcionamento provoca encrostações nas paredes do permutador impedindo uma boa permuta de calor.



Figura 4.42 - Permutador da caldeira.

Na Figura 4.43 e Figura 4.44 pôde presenciar-se alguns casos em que o permutador se encontrava em mau estado, durante a limpeza do mesmo.



Figura 4.43 – Vista interna do permutador com óxido de alumínio



Figura 4.44 – Vista externa do permutador com óxido de alumínio.



Figura 4.45 - Finalização da limpeza do permutador.

Na manutenção do acumulador da caldeira, procedeu-se à verificação de fugas, estado de degradação, ânodo de magnésio, inspeção na flange (Figura 4.46) e posteriormente, retirou-se o ânodo de magnésio. Ao inspecionar o ânodo de magnésio (Figura 4.47) concluiu-se que este se encontrava em mau estado e determinou-se a necessidade de ser substituído.



Figura 4.46 - Flange do acumulador.

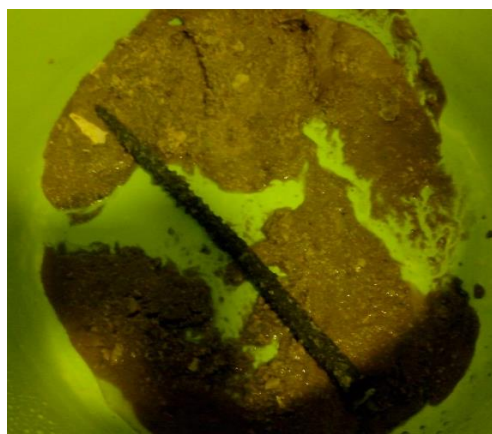


Figura 4.47 - Ânodo de magnésio.

Após as inspeções e intervenções anteriormente ditas procedeu-se à manutenção do vaso de expansão da caldeira. Neste caso denotou-se que o vaso de expansão (Figura 4.48) tinha uma pressão baixa (3 bar) e assim sendo, houve a necessidade de repor a pressão correta.



Figura 4.48 - Vaso de expansão.

De forma a finalizar todo este processo procedeu-se ao enchimento do sistema e abertura das válvulas de alimentação da água e posteriormente, executou-se a ativação da caldeira. As caldeiras possuem a particularidade de purgarem o sistema automaticamente, permitindo a remoção do ar do circuito evitando assim, um baixo rendimento.

4.5. Reparações de *Chillers*

Este tipo de reparação teve como intuito, auxiliar um dos técnicos especializados na resolução de uma avaria no sistema.

Inicialmente, foi realizado uma análise detalhada do funcionamento do *chiller* verificando-se que este se encontrava em bloqueio e indicação de erro de falta de gás. Este bloqueio foi provocado por uma falha na pressão do gás frigorígeno devido a um rutura no óculo (Figura 4.49) de visualização do estado do gás a circular no sistema.

Por conseguinte, esta rutura originou que o gás fosse libertado para a atmosfera provocando deste modo, a avaria do sistema.



Figura 4.49 – Oculo danificado.



Figura 4.50 – Oculo novo.

Após a análise do problema, procedeu-se à reparação do equipamento aplicando desta forma, manómetros específicos (Figura 4.51) de modo a realizar uma análise minuciosa ao sistema de forma a verificar a existência de gás no equipamento.

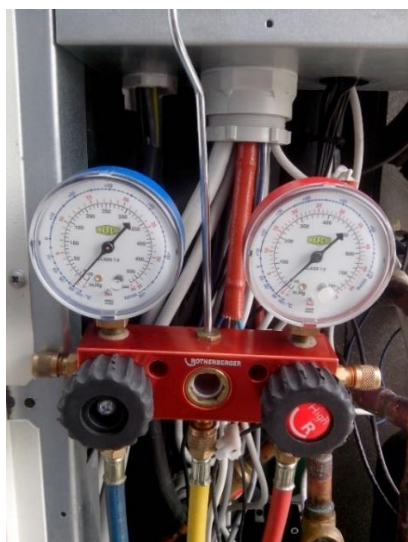


Figura 4.51 – Manómetros de pressão do gás.



Figura 4.52 – Maçarico.

De seguida, verificou-se que não existia qualquer vestígio de gás e deste modo, procedeu-se à substituição do oculo (Figura 4.50).

Para este processo, foi necessário a utilização de um maçarico (Figura 4.52) de modo a retirar as soldas da peça danificada. Seguidamente, usaram-se ligas de cobre com vista a soldar o novo oculo.

Por fim, procedeu-se à introdução de azoto no sistema com o objetivo de detetar a existência de fugas.



Figura 4.53 – Bomba de vácuo.

Para proceder à introdução do azoto foi necessário efetuar a interligação da botija do gás aos manómetros de medição, através de manguerias específicas. Após a verificação das ligações e a não existência de fugas efetuou-se a introdução do azoto.

A partir das indicações dadas pelo técnico, foram introduzidos 30 bares (valor de referência) de pressão no sistema e de seguida, visualizou-se nos manómetros se existia perda de pressão. Este tipo de teste tem uma duração de 30 minutos.

Posteriormente, foi retirado o azoto e efetuado o vácuo através da bomba de vácuo (Figuras 4.53, 4.54 e 4.55) de modo a retirar todo o ar e gás que se encontrava no interior do sistema. Seguidamente, procedeu-se à determinação do tipo de gás usado no sistema e a quantidade a colocar no mesmo.



Figura 4.54 - Leitura após a finalização do vácuo.



Figura 4.55 - Bomba de vácuo em funcionamento.

Por último, introduziu-se a quantidade necessária de gás no circuito do equipamento (Figura 4.56), usando para isso uma balança específica (Figura 4.57).

Em suma, o sistema ficou reparado e sem qualquer anomalia.



Figura 4.56 - Introdução do gás refrigerante.



Figura 4.57 - Pesagem do gás refrigerante.

4.6. Arranque de uma caldeira biomassa

Este projeto consistiu no arranque de uma caldeira a biomassa (Figura 4.58) com ignição automática, ou seja, verificação da instalação do equipamento, aplicação das configurações e funcionamento do mesmo.

Através de uma análise detalhada à instalação do equipamento, concluiu-se o seguinte:

- O sistema encontrava-se com equipamentos de segurança de modo a prevenir o excesso de temperatura da caldeira;
- A chaminé estava de acordo com as normas;
- As bombas circuladoras estavam a ser controladas pela caldeira;
- A sonda de temperatura de gases não estava instalada na chaminé (Figura 4.59);
- A válvula de enchimento automático e de segurança contra excesso de pressão (Figura 4.60 e Figura 4.61) estavam instaladas.



Figura 4.58 - Caldeira biomassa.



Figura 4.59 - Sonda de temperatura por instalar.



Figura 4.60 – Válvula de segurança.



Figura 4.61 - Válvula de enchimento automático.

Após a inspeção do sistema é procedido a instalação da sonda de temperatura de exaustão. Constatando-se que os requisitos mínimos de uma instalação estavam de acordo com a legislação. Procedeu-se ao arranque do equipamento, no qual coloca foram introduzidos os parâmetros necessários indicados pelo fornecedor. Por fim foi ativado o equipamento é efetuou-se a sua afinação, concluindo assim o arranque.

5. CONCLUSÃO

Com a finalização do estágio, e de acordo com o relatório aqui apresentado, conclui-se que os objetivos propostos foram alcançados. A concretização do mesmo permitiu colocar em prática os conhecimentos teórico-práticos, adquiridos durante o mestrado em Equipamentos e Sistemas Mecânicos. A integração em equipas de trabalho profissional proporcionou a aquisição de experiências fundamentais para a responsabilidade da profissão, e possibilitou um leque de experiências mais alargadas, nas relações interpessoais que compõem o grupo de trabalho da empresa e a forma de lidar com os mesmos.

Numa primeira fase, o aluno executou orçamentos e pôde compreender a importância dos mesmos nos negócios da empresa. Neste campo, é primordial uma forte atenção na atualização dos preços de modo, a poder competir com a concorrência. No entanto, é necessária haver ponderação à concorrência desleal, sendo importante o cumprimento dos cadernos de encargos e as possibilidades económicas da empresa. Para realizar orçamentos e dimensionamentos há que ter em conta o *software* PCH e o descritivo do caderno de encargos. A informação do Caderno de Encargos está disponível para consulta no Gerador de preços do programa *Software* PHC.

As especificações sobre a execução dos trabalhos podem visualizar-se no Gerador de preços a partir de duas secções diferentes:

- A partir da secção Preços compostos. Quando nesta secção se selecciona um artigo aparecem vários separadores situados na zona onde se descreve a unidade de obra e a sua composição, entre eles o separador Condições técnicas e o separador Recepção de materiais.
- A partir da secção Caderno de encargos. A secção Especificações sobre a execução dos trabalhos contém todos os artigos que possuem Condições técnicas. Os artigos apresentam-se da mesma forma que na secção Preços compostos. Quando aqui se selecciona um artigo poderão ver-se também as secções Condições técnicas e Preço composto.

A integração na equipa de manutenção da empresa, nas tarefas de manutenção, ao longo de estágio, facilitou a interacção com os diversos equipamentos, que faziam parte da vasta gama de instalações técnicas dos edifícios, quer a particulares ou públicos.

O acompanhamento de instalação, manutenção e arranque de equipamentos em obra facultou, experiências enriquecedoras, levando a por em prática os conhecimentos teóricos, tomando consciências das dificuldades práticas que não são informalizadas pela teórica. Permitindo assim entender, que nem sempre o que é indicado em projeto é realçado na prática, podendo sempre haver alterações consoante as condições da obra.

Esta experiência em contexto prático foi sem dúvida muito enriquecedora, permitiu comprovar a importância da manutenção das instalações técnicas e o impacto que estas têm na eficiência e durabilidade dos equipamentos de um edifício e na qualidade de resposta.

Durante as intervenções realizadas, houve alguma dificuldade na análise de algumas tarefas de manutenção e instalação dos equipamentos, uma vez que a falta de experiência aliada ao

nervosismo fazia com que a tarefa fosse mais morosa. Neste tipo de intervenções, é necessário muita concentração e o tempo não pode ser obstáculo, para uma eficiente análise do sistema.

No arranque eficiente de equipamentos, há parâmetros que têm de ser cumpridos, mediante a análise do sistema e análise do projetos de instalação,

A manutenção, a instalação e arranque de equipamentos, facultou ao aluno, a possibilidade do mesmo por em prática os seus conhecimentos. É fazendo manutenções periódicas e adequadas que impera o bom funcionamento dos mesmos, evitando futuras anomalias. Consequentemente, ao lidar com situações reais, facultou experiências mais profundas do funcionamento de cada equipamento estudado teoricamente. Estes conhecimentos adquiridos realçaram a importância de cada componente que constitui o equipamento e evitar as suas falhas.

Concluindo, este estágio proporcionou um leque de conhecimentos a nível teórico/prático do Mestrado em Equipamentos e Sistemas Mecânicos, sem o qual não conseguia alcançar uma visão mais ampla da realidade.

Não foi fácil a adaptação e por em prática as aprendizagens teóricas. No entanto, com o apoio da equipa da empresa e orientador, pude seguir em frente, minimizando os meus medos e alavancando com as minhas aspirações e objetivos. A prática em complemento com a teórica deveria ser lema primordial de qualquer curso.

A realização de um estágio deste âmbito necessita de um estudo completo do princípio das instalações técnicas nos vários edifícios, de forma a compreender e proceder a uma análise de procedimentos de manutenção preventiva a realizar na manutenção de equipamentos.

BIBLIOGRAFIA

- Avian Power Line Interaction Committee. (2012). *Reducing Avian Collisions with Power Lines*. Washington, D.C.: Edison Electric Institute.
- Azevedo, J. L. (2005). *Apontamentos de Permutadores de Calor – Equipamentos Térmicos*. Obtido de Permutadores de Calor:
<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/3779571244141/Permutadores1C.pdf>
- Brasil, N. P. (08 de 2005). *APOSTILA DE CO-GERAÇÃO*. Obtido de
http://www.professores.uff.br/dulcemar/Doc_PDF/Apostila_Cogeracao_Otima.pdf
- Britto, J. F. (s.d.). *ARTIGO TÉCNICO*. Obtido de
<http://www.adriferco.com.br/resources/Artigo%20SBCC%20-%20Ed%2050%20-%20A%20psicrometria%20e%20a%20carga%20t%C3%A9rmica%20-%20Parte%202.pdf>
- Dgge. (Abril de 2014). *Guia para Instaladores de Colectores Solares*. Obtido em 25 de Maio de 2014, de Água Quente Solar para Portugal:
http://solarthermalworld.org/sites/gstec/files/14_Guia%20pr%20Instaladores.pdf
- Diário da República. (4 de Abril de 2006). I Série-A, Decreto-Lei nº 80/2006, N°67. *Capítulo I - REGULAMENTO DAS CARACTERÍSTICAS DE COMPORTAMENTO*.
- Doumergue, P.-L. (Novembro de 2004). *Using NTC Temperature Sensors Integrated into Power Modules*. Obtido em 4 de Novembro de 2014, de Microsemi:
http://www.microsemi.com/document-portal/doc_view/14732-using-ntc-temperature-sensors-integrated-into-power-modules
- Energéticos, C. (s.d.). Obtido de <http://www.certificadosenergeticos.com/geotermia-energia-renovable-sector-residencial#>
- Energias Renováveis. (2010-2014). *Biomassa*. Obtido em 1 de Março de 2014, de Energias Renováveis: <http://energiasalternativas.webnode.com.pt/energias-renovaveis/biomassa/>
- Fernandes, C. (20 de 12 de 2012). *Projeto e simulação de sistema de separação de cinzas para caldeiras a biomassa*. Obtido de
<http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/21721/1/Tese%20Vers%C3%A3o%20Final.pdf>
- Ferreira, F. F. (27 de 05 de 2013). *Energias Renováveis E Novas Tecnologias Sustentabilidade Energética Nos Museus*. Obtido de http://www.museologia-portugal.net/files/upload/doutoramentos/faria_ferreira.pdf
- FFonseca. (1 de Julho de 2014). *Sondas de temperatura para a energia solar térmica da Jumo*. Obtido em 30 de Maio de 2014, de FFonseca:
http://www.ffonseca.com/artigo.aspx?lang=pt&id_object=1137200&name=Sondas-de-temperatura-para-a-energia-solar-termica-da-Jumo
- Física, S. (s.d.). Obtido de
<http://www.sofisica.com.br/conteudos/Termologia/Termodinamica/2leidatermodinamica.php>
- Geologia, DGEG - Direcção Geral de Energia e. (2003-2014). *Como funciona um sistema em termossifão?* Obtido em 28 de Junho de 2014, de Perguntas Frequentes:
<http://www.aguaquentesolar.com/faq/questao.asp?id=9>
- Hidraulicart. (s.d.). *Caudal, Pressão e Altura Manométrica*. Obtido de
<http://www.hidraulicart.pt/caudal-pressao-altura-manometrica/#>
- Infopédia, dicionários Porto Editora. (2003-2014). *proteção catódica por ânodos de sacrifício*. Obtido em Outubro de 20 de 2014, de infopédia, dicionários Porto Editora:
[http://www.infopedia.pt/\\$proteccao-catodica-por-anodos-de-sacrificio;jsessionid=mpYnI1bZJaYf-u4pcnXHGW__](http://www.infopedia.pt/$proteccao-catodica-por-anodos-de-sacrificio;jsessionid=mpYnI1bZJaYf-u4pcnXHGW__)

- José Marques Agostinho, Filhos & Cia Lda. (2010-2014). *Solar Térmico*. Obtido em 1 de Março de 2014, de José Marques Agostinho, Filhos & Cia Lda:
http://www.agostinhos.com.pt/agostinhos_sol.html
- Luxmagna. (s.d.). *Sistema de Climatização por Piso Radiante*. Obtido de
http://www.luxmagna.pt/pdfs/LM_pisoradiante.pdf
- Martino, Álvaro;. (2009-2014). *Vantagens da Instalação de Painéis Solares de Tubos*. Obtido em 21 de Maio de 2014, de Suave Clima, Lda:
http://www.suaveclima.pt/ficheiros/galeria_92_1.pdf
- Mendes, A., & Moreno, C. (8 de 12 de 2014). *Mecânico de Aparelhos de Gás*. Obtido de Mecânico de Aparelhos de Gás:
<http://www.google.pt/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&ved=0CEAQFjAE&url=http%3A%2F%2Fopac.iefp.pt%3A8080%2Fimages%2Fwinlibimg.aspx%3Fskey%3D%26doc%3D62524%26img%3D1084&ei=vpOFVPeaGsjqaLjsqtAN&usg=AFQjCNEh8wflZYMIITIIH-YBwj6oj9aMKg&bvm=bv.80642063>,
- Morais, G. A. (2013). *EQUIPAMENTOS TÉRMICOS*. Obtido de EQUIPAMENTOS TÉRMICOS:
http://moodle.isec.pt/moodle/pluginfile.php/20115/mod_folder/content/0/Apresenta%C3%A7%C3%A3o%20Equipamentos%20T%C3%A9rmicos%20-%20V21.pdf?forcedownload=1
- Omel. (s.d.). *Altura Manométrica Total*. Obtido de <http://www.omel.com.br/artigos-tecnicos/escola-de-bombas/centrifugas/altura-manometrica-total/>
- Painéis Solares. (2014). *O que são painéis solares?* Obtido em 27 de Julho de 2014, de Painéis Solares: <http://paineissolares.pt/>
- Química Nova na Escola. (2013-2014). *Corrosão*. Obtido em 27 de Julho de 2014, de Química Nova na Escola: <http://www.qnesc.sbq.org.br/online/qnesc19/a04.pdf>
- Silva, J. (21 de Outubro de 2012). *Esquema de principio de funcionamento de sistema solar térmico por circulação forçada apoiado por uma bomba de clore*. Obtido em 28 de Julho de 2014, de Dicas e Esquemas:
http://dicasesquemas.blogspot.pt/2012/10/esquema-de-principio-de-funcionamento_805.html
- Silva, J. (21 de Dezembro de 2012). *Tudo sobre vaso de expansão. Examinado á lupa!!!* Obtido de Dicas & Esquemas Nova Geração: <http://dicasesquemas-ng.blogspot.pt/2012/12/tudo-sobre-vaso-de-expansao-examinado.html>
- Silva, Jorge. (17 de Dezembro de 2012). *Bomba Circuladora*. Obtido em 27 de Julho de 2014, de Dicas & Esquemas: <http://dicasesquemas.blogspot.pt/2012/12/quando-falamos-em-bombas-circuladoras.html>
- Thermowatt. (s.d.). Obtido de
http://www.thermowatt.pt/linked/o_que___realmente_uma_caldeira_de_condensa_o.pdf
- Thermowatt. (2012-2014). *O que é realmente uma caldeira de condensação.* Obtido em 23 de Outubro de 2014, de thermowatt:
http://www.thermowatt.pt/linked/o_que___realmente_uma_caldeira_de_condensa_o.pdf
- Universidade Federal do Rio Grande do Sul. (2012-2014). *Proteção Catódica*. Obtido em 28 de Julho de 2014, de Universidade Federal do Rio Grande do Sul:
http://www.ufrgs.br/lapec/wa_files/prote_c3_a7_c3_a3o_20cat_c3_b3d.pdf